

(11)Publication number : 2000-284363  
(43)Date of publication of application : 13.10.2000

G03B 21/00  
G03B 21/10  
H04N 5/74

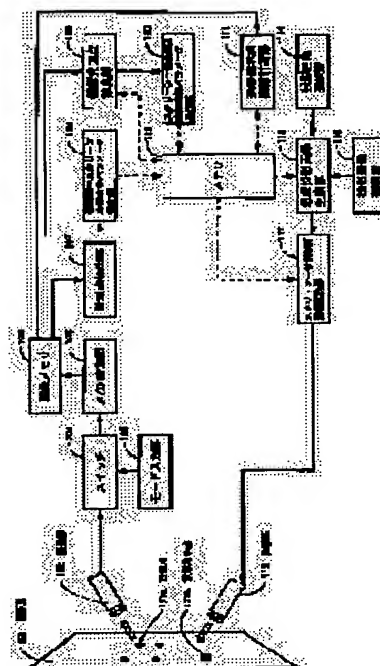
(71)Applicant : TELECOMMUNICATION ADVANCEMENT ORGANIZATION OF JAPAN  
TOMINAGA HIDEYOSHI  
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72)Inventor : TAKEUCHI SHUNICHI  
TOMINAGA HIDEYOSHI

(72)Inventor : TAKEUCHI SHUNICHI  
TOMINAGA HIDEYOSHI

(57)Abstract:

**SOLUTION:** This image projecting device is provided with a projection part 113 performing the projection to a projection surface 101, an image pickup part 102 picking up a measuring point, a projection designating point and an image, an image memory 106 for storing the picked up image, a mode input part 103, projection parameter estimation parts 107 to 110 estimating the coordinate transformation parameter of a screen/surface-to-be-projected, a projection designating point coordinate measuring part 111 measuring the coordinates of the projection designating point, a memory 112 for storing the transformation parameter and the coordinates of the projection designating point, a projected image storage part 116 for storing the projected image, a projected image selection part 114 selecting the optional projected image, an assumed projected image generation part 115 generating an assumed projected image and a screen/surface-to-be-projected coordinate transformation part 117 for transforming the assumed projected image to the image of a surface-to-be-projected coordinate system.



**BEST AVAILABLE COPY**

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS Page Blank (uspto)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-284363  
(P2000-284363A)

(43) 公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データ* (参考)
G 0 3 B 21/00		C 0 3 B 21/00	D 5 C 0 5 8
	21/10	21/10	Z
H 0 4 N 5/74		H 0 4 N 5/74	D

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願平11-87727

(22) 出願日 平成11年3月30日 (1999. 3. 30)

(71) 出願人 592256673

通信・放送機構

東京都港区芝2-31-19

(71) 出願人 598138752

富永 英義

東京都新宿区西早稲田1-3-10 早稲田  
大学内

(71) 出願人 000003821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人 10010/526

弁理士 鈴木 直郁 (外1名)

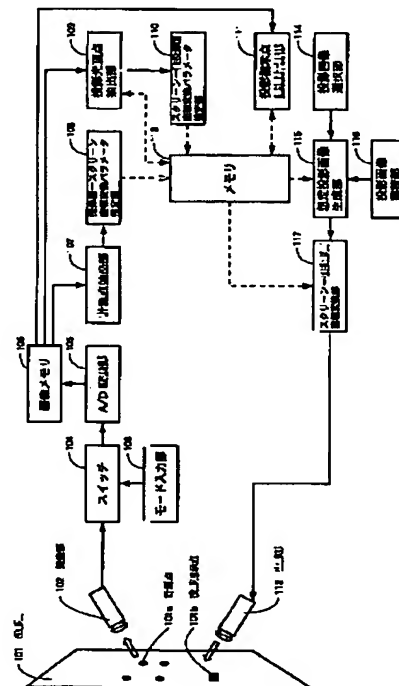
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像投影装置及び画像投影方法

(57) 【要約】

【課題】 スクリーン座標を自動的に計測し、投影の歪み補正や変換パラメータの算出誤差を低減する画像投影装置を提供する。

【解決手段】 本発明の画像投影装置は、投影面101に投影を行う投影部113と、計測点、投影指示点、及び画像を撮像する撮像部102と、撮像画像を格納する画像メモリ106と、モード入力部103と、スクリーン被投影面座標変換パラメータを推定する投影パラメータ推定部107~110と、投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測部111と、変換パラメータと投影指示点座標を格納するメモリ112と、投影画像を格納する投影画像蓄積部116と、任意の投影画像を選択する投影画像選択部114と、想定投影画像を生成する想定投影画像生成部115と、想定投影画像を被投影面座標系の画像に変換するスクリーン被投影面座標変換部117と、を有することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定のスクリーン座標系を有し、前記スクリーン座標系の座標値で定義された計測点と、前記スクリーン座標系の座標値で定義され、投影画像の投影位置や形状を指示する投影指示点とを有する投影面に画像を投影する画像投影装置であって、  
 所定の被投影面座標系を有する液晶パネルを備え、前記投影面に対して画像の投影を行う投影手段と、  
 前記投影面上の前記計測点と前記投影指示点、及び前記投影面に投影された画像を撮像画像として撮像する撮像手段と、  
 前記撮像手段で撮像した前記撮像画像を格納する画像メモリと、  
 キャリブレーションモードまたは投影モードの何れかのモード選択信号を出力するモード入力手段と、  
 撮像された前記計測点と前記投影手段の投影像に基づいて、前記スクリーン座標系と前記被投影面座標系間の変換パラメータを推定する投影パラメータ推定手段と、  
 前記投影指示点の前記座標値から投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測手段と、  
 前記変換パラメータと前記投影指示点座標を格納するメモリと、  
 前記メモリに格納された前記投影指示点座標で指定される投影位置に投影画像を配置して、前記スクリーン座標で表現された想定投影画像を生成する想定投影画像生成手段と、  
 前記メモリに格納された前記変換パラメータに基づいて、前記想定投影画像を被投影面座標で表現された画像に変換するスクリーン-被投影面座標変換手段と、  
 を有することを特徴とする画像投影装置。

【請求項2】 所定のスクリーン座標系を有し、前記スクリーン座標系の座標値で定義された計測点と、前記スクリーン座標系の座標値で定義され、投影画像の投影位置や形状を指示する投影指示点とを有する投影面に画像を投影する画像投影装置であって、  
 所定の被投影面座標系を有する液晶パネルを備え、前記投影面に対して画像の投影を行う投影手段と、  
 前記投影面上の前記計測点と前記投影指示点、及び前記投影面に投影された画像を撮像画像として撮像する撮像手段と、  
 前記撮像手段で撮像した前記撮像画像を格納する画像メモリと、  
 キャリブレーションモードまたは投影モードの何れかのモード選択信号を出力するモード入力手段と、  
 撮像された前記計測点と前記投影手段の投影像に基づいて、前記スクリーン座標系と前記被投影面座標系間の変換パラメータを推定する投影パラメータ推定手段と、  
 前記投影指示点の前記座標値から投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測手段と、  
 前記変換パラメータと前記投影指示点座標を格納するメモリと、

モリと、  
 投影される画像を格納する投影画像蓄積手段と、  
 前記投影画像蓄積手段から任意の投影画像を選択する投影画像選択手段と、  
 前記メモリに格納された前記投影指示点座標で指定される投影位置に前記投影画像選択手段で選択された前記投影画像を配置して、前記スクリーン座標で表現された想定投影画像を生成する想定投影画像生成手段と、  
 前記メモリに格納された前記変換パラメータに基づいて、前記想定投影画像を被投影面座標系の座標値を有する画像に変換するスクリーン-被投影面座標変換手段と、  
 を有することを特徴とする画像投影装置。

【請求項3】 所定のスクリーン座標系を有し、前記スクリーン座標系の座標値で定義された計測点と、前記スクリーン座標系の座標値で定義され、投影画像の投影位置や形状を指示する投影指示点とを有する投影面に画像を投影する画像投影装置であって、  
 所定の被投影面座標系を有する液晶パネルを備え、前記投影面に対して画像の投影を行う投影手段と、  
 前記投影面上の前記計測点と前記投影指示点、及び前記投影面に投影された画像を撮像画像として撮像する撮像手段と、  
 前記撮像手段で撮像した前記撮像画像を格納する画像メモリと、  
 キャリブレーションモードまたは投影モードの何れかのモード選択信号を出力するモード入力手段と、  
 撮像された前記計測点と前記投影手段の投影像に基づいて、前記スクリーン座標系と前記被投影面座標系間の変換パラメータを推定する投影パラメータ推定手段と、  
 前記投影指示点の前記座標値から投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測手段と、  
 前記変換パラメータと前記投影指示点座標を格納するメモリと、  
 投影される画像を格納する投影画像蓄積手段と、  
 前記投影画像蓄積手段から任意の投影画像を選択する投影画像選択手段と、  
 前記メモリに格納された前記投影指示点座標で指定される投影位置に、前記投影画像選択手段で選択された前記投影画像または外部から入力された投影画像を配置して、前記スクリーン座標で表現された想定投影画像を生成する想定投影画像生成手段と、  
 前記メモリに格納された前記変換パラメータに基づいて、前記想定投影画像を被投影面座標系の座標値を有する画像に変換するスクリーン-被投影面座標変換手段と、  
 を有することを特徴とする画像投影装置。

【請求項4】 前記投影パラメータ推定手段は、  
 前記モード入力手段からキャリブレーションモードが出力された際に、前記撮像手段で撮像された前記撮像画像

を入力するスイッチ手段と、  
 前記スイッチから入力される前記撮像画像をアナログ／デジタル変換するA/D変換手段と、  
 前記画像メモリに格納された前記撮像画像から前記撮像手段で定義される撮像面座標系における前記計測点の座標値を抽出する計測点抽出手段と、  
 前記計測点の前記撮像面座標系における座標値と前記スクリーン座標系における座標値から撮像面－スクリーン座標間変換パラメータを推定する撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定手段と、  
 前記画像メモリに格納された前記撮像画像から前記投影手段で投影された投影光の4つの頂点の前記撮像面座標系における座標値をそれぞれ抽出し、前記メモリに格納された前記撮像面－スクリーン座標変換パラメータに基づいて、前記投影光の4つの頂点の前記撮像面座標系における座標値をスクリーン座標系の座標値に変換して出力する投影光頂点座標抽出手段と、  
 前記投影光の4つの頂点の前記スクリーン座標系の座標値と前記投影画像の被投影面座標系の座標値とに基づいて、スクリーン－被投影面座標変換パラメータを前記変換パラメータとして推定するスクリーン－被投影面座標変換パラメータ手段と、を有することを特徴とする請求項1乃至3記載の画像投影装置。

【請求項5】 さらに、前記投影手段から投影される基準画像を生成する投影基準画像生成手段と、  
 前期投影手段に接続され、前記モード入力部の出力モードに応じて、前記基準画像と前記投影画像の切替を行う切替手段と、  
 を備えることを特徴とする請求項1乃至3記載の画像投影装置。

【請求項6】 前記投影パラメータ推定手段は、  
 前記モード入力手段からキャリブレーションモードが出力された際に、前記撮像手段で撮像された前記撮像画像を入力するスイッチ手段と、  
 前記スイッチから入力される前記撮像画像をアナログ／デジタル変換するA/D変換手段と、  
 前記画像メモリに格納された前記撮像画像から前記撮像手段で定義される撮像面座標系における前記計測点の座標値を抽出する計測点抽出手段と、  
 前記計測点の前記撮像面座標系における座標値と前記スクリーン座標系における座標値から撮像面－スクリーン座標間変換パラメータを推定する撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定手段と、  
 前記投影基準画像から前記撮像面座標系における投影基準点の座標値を抽出し、前記メモリに格納された前記撮像面－スクリーン座標変換パラメータによって、前記撮像面座標系における投影基準点の座標値を前記スクリーン座標系における投影基準点の座標値に変換して出力する投影基準点座標抽出手段と、  
 前記投影基準点の前記スクリーン座標系の座標値と前記

投影画像の被投影面座標系の座標値とに基づいて、スクリーン－被投影面座標変換パラメータを前記変換パラメータとして推定するスクリーン－被投影面座標変換パラメータ手段と、を有することを特徴とする請求項5記載の画像投影装置。

【請求項7】 前記投影面には、各頂点のスクリーン座標が既知の投影矩形面が配置され、  
 前記投影パラメータ推定手段は、  
 前記画像メモリに格納された前記撮像画像から、前記投影矩形面の各頂点の前記撮像面座標系による座標値を抽出する投影矩形面頂点座標抽出手段と、  
 前記投影矩形面の各頂点の前記撮像面座標系による座標値と前記スクリーン座標系における所定の座標値に基づいて、撮像面－スクリーン座標間変換パラメータを変換パラメータとして推定する撮像面・スクリーン座標変換パラメータ推定手段と、

を備え、  
 前記投影指示点座標計測手段は、撮像された前記投影矩形面の各頂点を前記投影指示点として前記投影指示点座標を計測し、  
 前記投影手段は、前記投影矩形面上に前記投影画像を投影する、  
 ことを特徴とする請求項1、2、3または5いずれか記載の画像投影装置。

【請求項8】 さらに、前記撮像画像の領域のうち前記投影画像領域以外の周辺領域の色を変換する周辺色変換手段を有することを特徴とする請求項1乃至7記載の画像投影装置。

【請求項9】 前記周辺色変換手段は、前記撮像画像の領域のうち前記投影画像領域以外の周辺領域の色を、光を透過させない色に変換することを特徴とする請求項8記載の画像投影装置。

【請求項10】 さらに、前記撮像手段と前記投影手段の光軸を同一にする光軸一致手段を有することを特徴とする請求項1乃至9記載の画像投影装置。

【請求項11】 投影面に画像を投影する画像投影方法であって、  
 投影指示点と計測点を設けた投影面に投光し、  
 前記投影面の投光領域を全て含むように撮影し、  
 撮影した画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、  
 前記デジタル画像から前記投影面上の前記計測点の撮像面座標を抽出し、  
 前記計測点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面－スクリーン座標変換パラメータを推定し、  
 前記デジタル画像から前記投光領域の4つの頂点を抽出して当該4つの頂点の撮像面座標を求め、  
 前記投光領域の4つの頂点の撮像面座標を前記撮像面－スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標

に変換し、

前記スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーン-被投影面座標変換パラメータを推定し、

前記デジタル画像から前記投影指示点の撮像面座標を抽出し、

前記投影指示点の撮像面座標を、前記撮像面-スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標に変換し、

投影画像をロードして、前記スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、

前記想定投影画像の前記スクリーン座標系の座標値を前記スクリーン-被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、前記被投影画像を投影することによって、前記想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を前記投影面上に形成する、  
ことを特徴とする画像投影方法。

【請求項12】 投影面に画像を投影する画像投影方法であって、

投影指示点と投影矩形面を設けた投影面に投光し、

前記投影面の投光領域を全て含むように撮影し、

撮影した画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、

前記デジタル画像から前記投影面上の前記投影矩形面の4つの頂点の撮像面座標を抽出し、

前記投影矩形面の4つの頂点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面-スクリーン座標変換パラメータを推定し、

前記デジタル画像から前記投光領域の4つの頂点を抽出して当該4つの頂点の撮像面座標を求め、

前記投光領域の4つの頂点の撮像面座標を前記撮像面-スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標に変換し、

前記スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーン-被投影面座標変換パラメータを推定し、

前記デジタル画像から前記投影指示点の撮像面座標を抽出し、

前記投影指示点の撮像面座標を、前記撮像面-スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標に変換し、

投影画像をロードして、前記スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、

前記想定投影画像の前記スクリーン座標系の座標値を前記スクリーン-被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、前記被投影画像を投影することによって、前記想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を前記投影面上に形成する、

ことを特徴とする画像投影方法。

【請求項13】 前記投光領域の4つの頂点の撮像面座標を求めるステップは、前記投影領域の各辺の直線の方程式をHough変換で求め、それぞれの直線の交点を前記投光領域の4つの頂点の撮像面座標として求めることを特徴とする請求項11または12記載の画像投影方法。

【請求項14】 投影面に画像を投影する画像投影方法であって、

複数の投影基準点を有する投影基準画像を投影面に投影し、

前記投影面の前記投影基準画像を全て含むように撮影し、

撮影した前記投影基準画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、

前記デジタル画像から前記投影面上の前記計測点の撮像面座標を抽出し、

前記計測点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面-スクリーン座標変換パラメータを推定し、

前記デジタル画像から前記複数の投影基準点を抽出して全ての投影基準点の撮像面座標を求め、

前記全ての投影基準点の撮像面座標を前記撮像面-スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標に変換し、

前記スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーン-被投影面座標変換パラメータを推定し、

前記デジタル画像から前記投影指示点の撮像面座標を抽出し、

前記投影指示点の撮像面座標を、前記撮像面-スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標に変換し、

投影画像をロードして、前記スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、

前記想定投影画像の前記スクリーン座標系の座標値を前記スクリーン-被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、前記被投影画像を投影することによって、前記想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を前記投影面上に形成する、  
ことを特徴とする画像投影方法。

【請求項15】 投影面に画像を投影する画像投影方法であって、

複数の投影基準点を有する投影基準画像を投影面に投影し、

前記投影面の前記投影基準画像を全て含むように撮影し、

撮影した前記投影基準画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、

前記デジタル画像から前記投影面上の前記計測点の撮像面座標を抽出し、  
 前記計測点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面-スクリーン座標変換パラメータを推定し、  
 前記デジタル画像から前記複数の投影基準点を抽出して全ての投影基準点の撮像面座標を求め、  
 前記全ての投影基準点の撮像面座標を前記撮像面-スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標に変換し、  
 前記スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーン-被投影面座標変換パラメータを推定し、  
 前記デジタル画像から前記投影指示点の撮像面座標を抽出し、  
 前記投影指示点の撮像面座標を、前記撮像面-スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標に変換し、  
 投影画像をロードして、前記スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、  
 前記想定投影画像の前記スクリーン座標系の座標値を前記スクリーン-被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、  
 前記被投影画像を投影することによって、前記想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を前記投影面上に形成する、  
 ことを特徴とする画像投影方法。

【請求項16】 前記スクリーン-被投影面座標変換パラメータを推定するステップは、4点以上の前記投影基準点の前記スクリーン座標に基づいて、最小2乗法でスクリーン-被投影面座標変換パラメータを推定することを特徴とする請求項15記載の画像投影方法。

【請求項17】 前記撮像面-スクリーン座標変換パラメータを推定するステップは、4点以上の前記計測点または前記投影矩形面の4つの頂点の撮像面座標に基づいて、最小2乗法で前記撮像面-スクリーン座標変換パラメータを推定することを特徴とする請求項11乃至16記載の画像投影方法。

【請求項18】 前記想定投影画像を生成するステップの後に、  
 前記想定投影画像のうち前記選択画像以外の部分の色を変換するステップを備えることを特徴とする請求項11乃至17記載の画像投影方法。

【請求項19】 前記想定投影画像を生成するステップの後に、  
 前記想定投影画像のうち前記選択画像以外の部分を光の透過しない色に変換するステップを備えることを特徴とする請求項11乃至17記載の画像投影方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静止画や動画などの画像を拡大投影する画像投影装置及び画像投影方法に関する。特に、投影時における投影画像を投影可能な範囲内で利用者の指定した位置に任意に歪みなく投影することのできる画像投影装置及び画像投影方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、静止画やビデオなどの動画をスクリーンに投影する液晶プロジェクタのような画像投影装置における投影歪み補正に関する研究開発が盛んに行われている。

【0003】一般的に、画像を投影する液晶プロジェクタのような画像投影装置を用いて画像を投影する場合、歪みなく投影するためにはスクリーンなどの投影平面に対してプロジェクタの投影軸が垂直になるように両者を配置する必要がある。

【0004】図20は、スクリーンなどの投影平面とプロジェクタの位置関係及び投影画像を示す図である。図20(a)は、投影平面に対してプロジェクタの投影軸が垂直な場合を示し、図20(b)は、投影平面に対してプロジェクタの投影軸が垂直でない場合を示している。

【0005】図20において、プロジェクタは、画像を投影する投影部2005と、投影部2005で投影された画像を出力する液晶パネルなどの被投影面2003と、被投影面2003に出力された画像を投影面2001に投影像2004として投影する投影レンズ2002とを備えている。

【0006】図20(a)に示すように、投影面2001に対してプロジェクタの投影軸が垂直な場合、投影面2001に映し出される投影像2004には歪が生じない。一方、図20(b)に示すように、投影面2001に対してプロジェクタの投影軸が垂直でない場合、投影面2001に映し出される投影像2004には歪みが生じてしまうことになる。このような歪みを補正する方法としては、投影面2001上の投影像2004の歪みに関係するパラメータを求め、そのパラメータに基づいて投影対象の画像を予め歪んだ画像に変換して投影する画像投影方法がある。以下、従来の画像投影装置及び画像投影方法について説明する。

【0007】図21は、従来の液晶プロジェクタを用いた画像投影装置を示す図である。図21において、この画像投影装置は、歪み補正のパラメータを計算し、そのパラメータによって歪み補正変換した画像を出力するコンピュータ装置2102と、コンピュータ装置2102からのコンピュータ画面を投影する液晶プロジェクタなどの投影部2103を備えている。ここで、投影部2103は、コンピュータ装置2102からの画像を投影像2004として、キャリアレーション用のスクリーン座標を規定する格子パターンをついた投影面2101に投

影する。

【0008】次に、図21に示した従来の画像投影装置の動作について説明する。

【0009】図22は、図21に示した従来の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。図22において、まず、利用者のキー操作によってキャリブレーションモードが設定される（ステップ2201）と、液晶プロジェクタ（投影部）2103は、コンピュータ装置2102からの基準画像パターンを投影面2101に投影する（ステップ2202）。

【0010】利用者は、投影された基準画像パターン像のキャリブレーション用の点のスクリーン座標値 $P_0(X_{si}, Y_{si})$ （ここで、例えば、 $i=1\sim4$ ）を読み取る（ステップ2203）。そして、読み取ったスクリーン座標値 $P_0(X_{si}, Y_{si})$ をコンピュータ装置2102に入力する（ステップ2204）。

<式2>

$$S = V \times P$$

ここで、

$$S = \text{Trans} [k \times X_{si} \quad k \times Y_{si} \quad k]$$

$$\begin{vmatrix} v_1 & v_2 & v_3 \end{vmatrix}$$

$$V = \begin{vmatrix} v_5 & v_6 & v_7 \\ v_8 & v_9 & 1 \end{vmatrix}$$

$$P = \text{Trans} [X_{pi} \quad Y_{pi} \quad 1]$$

ただし、記号 $||$ は行列を示し、Trans $[]$ は転置行列を示す。

【0013】ここで $S$ 、 $P$ の対応はそれぞれ既知であるので、4点以上の対応点の組によって $V$ を最小2乗法で推定することができる。以上が、キャリブレーション処理である。

【0014】次に、上記で求めた補正用パラメータ $V$ を用いて、予め記憶されている投影用の画像データを歪みのないように変換して記憶する（ステップ2207）。

【0015】全ての記憶画像について歪み補正の変換処理が完了するまで、ステップ2207の処理を繰り返す（ステップ2208）。この時、歪みを無くすために変換処理を行うのと同様にして、投影面上の任意位置に投影を行うための変換をすることもできる。

【0016】次に、利用者のキー操作により投影モードが設定される（ステップ2209）と、補正済み画像データが、液晶プロジェクタ（投影部）2103によって、投影面2101に投影される（ステップ2210）。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図21に示したような従来の画像投影装置によれば、キャリブレーション時に、利用者が、投影面2101上の格子パターンを基準にしてスクリーン座標を計測することになるため、スクリーン座標の読み取り誤差が生じるという問題があった。

【0011】全てのスクリーン座標値 $P_0(X_{si}, Y_{si})$ が入力されたら（ステップ2205）、コンピュータ装置2102は、入力されたスクリーン座標値 $P_0(X_{si}, Y_{si})$ から補正用パラメータを算出する（ステップ2206）。以下に、補正用パラメータの算出について説明する。

【0012】一般に、投影面2101上の点のスクリーン座標値 $P_0(X_{si}, Y_{si})$ と、投影部2103内に設けられている被投影面である液晶パネル上の点 $P_1(X_{pi}, Y_{pi})$ の関係は、以下の<式1>または<式2>のように表される。

<式1>

$$\begin{vmatrix} k \times X_{si} & | & v_1 & v_2 & v_3 & | & X_{pi} \\ k \times Y_{si} & | & v_5 & v_6 & v_7 & | & Y_{pi} \\ k & | & v_8 & v_9 & 1 & | & 1 \end{vmatrix}$$

ただし、記号 $||$ は行列を示す。

【0018】また、投影位置の指定を行う場合にも、利用者が、投影面2101上の格子パターンを基準にして位置指定のためのスクリーン座標を計測することになるため、スクリーン座標の読み取り誤差により位置指定の誤差が生じるという問題があった。

【0019】したがって、本発明は、上記の問題点を解決するもので、その目的は、スクリーン座標を自動的に計測することができ、投影の歪み補正を含む画像変換パラメータの算出誤差を低減することができる画像投影装置及び画像投影方法を提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の第1の態様の画像投影装置は、所定のスクリーン座標系を有し、スクリーン座標系の座標値で定義された計測点と、スクリーン座標系の座標値で定義され、投影画像の投影位置や形状を指示する投影指示点とを有する投影面に画像を投影する画像投影装置であって、所定の被投影面座標系を有する液晶パネルを備え、投影面に対して画像の投影を行う投影手段と、投影面上の計測点と投影指示点、及び投影面に投影された画像を撮像画像として撮像する撮像手段と、撮像部で撮像した撮像画像を格納する画像メモリと、キャリブレーションモードまたは投影モードの何れかのモード選択信号を出力するモード入力手段と、撮像された計測点と投影画像に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータを推定する投影パラメータ推定手段と、投影



指示点の座標値から投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測手段と、変換パラメータと投影指示点座標を格納するメモリと、メモリに格納された投影指示点座標で指定される投影位置に投影画像を配置して、スクリーン座標で表現された想定投影画像を生成する想定投影画像生成手段と、メモリに格納された変換パラメータに基づいて、想定投影画像を被投影面座標系の座標値を有する画像に変換するスクリーン-被投影面座標変換手段と、を有することを特徴とする。

【0021】また、上記課題を解決するため、本発明の第2の態様の画像投影装置は、所定のスクリーン座標系を有し、スクリーン座標系の座標値で定義された計測点と、スクリーン座標系の座標値で定義され、投影画像の投影位置や形状を指示する投影指示点とを有する投影面に画像を投影する画像投影装置であって、所定の被投影面座標系を有する液晶パネルを備え、投影面に対して画像の投影を行う投影手段と、投影面上の計測点と投影指示点、及び投影面に投影された画像を撮像画像として撮像する撮像手段と、撮像部で撮像した撮像画像を格納する画像メモリと、キャリブレーションモードまたは投影モードの何れかのモード選択信号を出力するモード入力手段と、撮像された計測点と投影画像に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータを推定する投影パラメータ推定手段と、投影指示点の座標値から投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測手段と、変換パラメータと投影指示点座標を格納するメモリと、投影される画像を格納する投影画像蓄積手段と、投影画像蓄積手段から任意の投影画像を選択する投影画像選択手段と、メモリに格納された投影指示点座標で指定される投影位置に投影画像選択手段で選択された投影画像を配置して、スクリーン座標で表現された想定投影画像を生成する想定投影画像生成手段と、メモリに格納された変換パラメータに基づいて、想定投影画像を被投影面座標系の座標値を有する画像に変換するスクリーン-被投影面座標変換手段と、を有することを特徴とする。

【0022】また、上記課題を解決するため、本発明の第3の態様の画像投影装置は、所定のスクリーン座標系を有し、スクリーン座標系の座標値で定義された計測点と、スクリーン座標系の座標値で定義され、投影画像の投影位置や形状を指示する投影指示点とを有する投影面に画像を投影する画像投影装置であって、所定の被投影面座標系を有する液晶パネルを備え、投影面に対して画像の投影を行う投影手段と、投影面上の計測点と投影指示点、及び投影面に投影された画像を撮像画像として撮像する撮像手段と、撮像部で撮像した撮像画像を格納する画像メモリと、キャリブレーションモードまたは投影モードの何れかのモード選択信号を出力するモード入力手段と、撮像された計測点と投影画像に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータを推定する投影パラメータ推定手段と、投影指示点の座標値か

ら投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測手段と、変換パラメータと投影指示点座標を格納するメモリと、投影される画像を格納する投影画像蓄積手段と、投影画像蓄積手段から任意の投影画像を選択する投影画像選択手段と、メモリに格納された投影指示点座標で指定される投影位置に、投影画像選択手段で選択された投影画像または外部から入力された投影画像を配置して、スクリーン座標で表現された想定投影画像を生成する想定投影画像生成手段と、メモリに格納された変換パラメータに基づいて、想定投影画像を被投影面座標系の座標値を有する画像に変換するスクリーン-被投影面座標変換手段と、を有することを特徴とする。

【0023】ここで、投影パラメータ推定手段は、モード入力手段からキャリブレーションモードが出力された際に、撮像手段で撮像された撮像画像を入力するスイッチ手段と、スイッチから入力される撮像画像をアナログ/デジタル変換するA/D変換手段と、画像メモリに格納された撮像画像から撮像手段で定義される撮像面座標系における計測点の座標値を抽出する計測点抽出手段と、計測点の撮像面座標系における座標値とスクリーン座標系における座標値から撮像面-スクリーン座標間変換パラメータを推定する撮像面-スクリーン座標変換パラメータ推定手段と、画像メモリに格納された撮像画像から投影手段で投影された投影光の4つの頂点の撮像面座標系における座標値をそれぞれ抽出し、メモリに格納された撮像面-スクリーン座標変換パラメータに基づいて、投影光の4つの頂点の撮像面座標系における座標値をスクリーン座標系の座標値に変換して出力する投影光頂点座標抽出手段と、投影光の4つの頂点のスクリーン座標系の座標値と投影画像の被投影面座標系の座標値とに基づいて、スクリーン-被投影面座標変換パラメータを変換パラメータとして推定するスクリーン-被投影面座標変換パラメータ手段と、を有するようにしてもよい。

【0024】また、上記課題を解決するため、本発明の第1の態様の画像投影方法は、投影面に画像を投影する画像投影方法であって、投影指示点と計測点を設けた投影面に投光し、投影面の投光領域を全て含むように撮影し、撮影した画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、デジタル画像から投影面上の計測点の撮像面座標を抽出し、計測点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面-スクリーン座標変換パラメータを推定し、デジタル画像から投光領域の4つの頂点を抽出して当該4つの頂点の撮像面座標を求め、投光領域の4つの頂点の撮像面座標を撮像面-スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標に変換し、スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーン-被投影面座標変換パラメータを推定し、デジタル画像から投影指示点の撮像面座標を抽出

し、投影指示点の撮像面座標を撮像面—スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標に変換し、投影画像をロードして、スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、想定投影画像のスクリーン座標系の座標値をスクリーン—被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、被投影画像を投影することによって、想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を投影面上に形成する、ことを特徴とする。

【0025】これにより、スクリーン座標の自動計測を可能にし、歪み補正を含む画像変換パラメータ算出の誤差を小さく抑える。

【0026】また、上記課題を解決するため、本発明の第4の態様の画像投影装置は、さらに、投影手段から投影される基準画像を生成する投影基準画像生成手段と、前期投影手段に接続され、モード入力部の出力モードに応じて、基準画像と投影画像の切替を行う切替手段と、を備えることを特徴とする。

【0027】このとき、投影パラメータ推定手段は、モード入力手段からキャリブレーションモードが出力された際に、撮像手段で撮像された撮像画像を入力するスイッチ手段と、スイッチから入力される撮像画像をアナログ／デジタル変換するA/D変換手段と、画像メモリに格納された撮像画像から撮像手段で定義される撮像面座標系における計測点の座標値を抽出する計測点抽出手段と、計測点の撮像面座標系における座標値とスクリーン座標系における座標値から撮像面—スクリーン座標間変換パラメータを推定する撮像面—スクリーン座標変換パラメータ推定手段と、投影基準画像から撮像面座標系における投影基準点の座標値を抽出し、メモリに格納された撮像面—スクリーン座標変換パラメータによって、撮像面座標系における投影基準点の座標値をスクリーン座標系における投影基準点の座標値に変換して出力する投影基準点座標抽出手段と、投影基準点のスクリーン座標系の座標値と投影画像の被投影面座標系の座標値とに基づいて、スクリーン—被投影面座標変換パラメータを変換パラメータとして推定するスクリーン—被投影面座標変換パラメータ手段と、を有するようにするとよい。

【0028】また、上記課題を解決するため、本発明の第2の態様の画像投影方法は、投影面に画像を投影する画像投影方法であって、複数の投影基準点を有する投影基準画像を投影面に投影し、投影面の投影基準画像を全て含むように撮影し、撮影した投影基準画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、デジタル画像から投影面上の計測点の撮像面座標を抽出し、計測点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面—スクリーン座標変換パラメータを推定し、デジタル画像から複数の投影基準点を抽出して全ての投影基準点の撮像面座標を求め、全ての投影基準点の撮像面座標を撮像面—スクリーン座標変換パ

ラメータによってスクリーン座標に変換し、スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーン—被投影面座標変換パラメータを推定し、デジタル画像から投影指示点の撮像面座標を抽出し、投影指示点の撮像面座標を撮像面—スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標に変換し、投影画像をロードして、スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、想定投影画像のスクリーン座標系の座標値をスクリーン—被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、被投影画像を投影することによって、想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を投影面上に形成する、ことを特徴とする。

【0029】投影基準画像を生成し、計測点と投影基準画像を用いて投影面座標系と投影部座標系の変換パラメータを推定することで、画像変換パラメータ算出の誤差のより一層の低減を図る。

【0030】また、上記課題を解決するため、本発明の第5の態様の画像投影装置は、投影面には、各頂点がスクリーン座標系における所定の座標値を有する平面矩形画像を配置され、投影パラメータ推定手段は、画像メモリに格納された撮像画像から、平面矩形画像の各頂点の撮像面座標系による座標値を抽出する投影矩形面頂点座標抽出手段と、平面矩形画像の各頂点の撮像面座標系による座標値とスクリーン座標系における所定の座標値に基づいて、撮像面—スクリーン座標間変換パラメータを変換パラメータとして推定する撮像面・スクリーン座標変換パラメータ推定手段と、を備え、投影指示点座標計測手段は、撮像された平面矩形画像の各頂点を投影指示点として投影指示点座標を計測し、投影手段は、平面矩形画像上に投影画像を投影する、ことを特徴とする。

【0031】また、上記課題を解決するため、本発明の第3の態様の画像投影方法は、投影面に画像を投影する画像投影方法であって、投影指示点と投影矩形面を設けた投影面に投光し、投影面の投光領域を全て含むように撮影し、撮影した画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、デジタル画像から投影面上の投影矩形面の4つの頂点の撮像面座標を抽出し、投影矩形面の4つの頂点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面—スクリーン座標変換パラメータを推定し、デジタル画像から投光領域の4つの頂点を抽出して当該4つの頂点の撮像面座標を求め、投光領域の4つの頂点の撮像面座標を撮像面—スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標に変換し、スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーン—被投影面座標変換パラメータを推定し、デジタル画像から投影指示点の撮像面座標を抽出し、投影指示点の撮像面座標を撮像面—スクリーン座標変換パラメータを

用いてスクリーン座標に変換し、投影画像をロードして、スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、想定投影画像のスクリーン座標系の座標値をスクリーナー被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、被投影画像を投影することによって、想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を投影面上に形成する、ことを特徴とする。

【0032】投影面上に配置した平面画像の頂点を計測点として変換パラメータを推定し、平面画像の頂点を投影指示点として投影指示点座標を計測することで、スクリーン上の任意位置に配置した平面画像上に自動的に歪み補正をした投影画像を投影することができる。

【0033】さらに、上述した画像投影装置においては、撮像画像の領域のうち投影画像領域以外の周辺領域の色を変換する周辺色変換手段を有することもできる。この周辺色変換手段は、撮像画像の領域のうち投影画像領域以外の周辺領域の色を、光を透過させない色に変換するようにするとよい。

【0034】また、上述した画像投影方法においては、想定投影画像を生成するステップの後に、想定投影画像のうち選択画像以外の部分の色を変換するステップを備えることもできる。このとき、想定投影画像のうち選択画像以外の部分の色を光の透過しない色に変換するようにするとよい。

【0035】投影領域内の画像情報を有さない周辺部について、光を透過させない色に変換することで、無駄な投影光の部分がなく、歪みを補正した投影画像を提供することができる。

【0036】さらに、上述した画像投影装置においては、撮像手段と投影手段の光軸を同一にする光軸一致手段を有するようにするとよい。

【0037】ハーフミラーなどを設けて投影光軸と撮像光軸を一致させるため、投影面の配置位置に応じて撮像領域を変更する必要がなく、撮像部のパン、チルト及びズーム制御などの初期設定が不要となり、より利便性を向上することができる。

【0038】また、上述した画像投影方法においては、投光領域の4つの頂点の撮像面座標を求めるステップは、投影領域の各辺の直線の方程式をHough変換で求め、それぞれの直線の交点を投光領域の4つの頂点の撮像面座標として求めることができる。また、スクリーナー被投影面座標変換パラメータを推定するステップは、4点以上の投影基準点のスクリーン座標に基づいて、最小2乗法でスクリーナー被投影面座標変換パラメータを推定するとよい。また、撮像面－スクリーン座標変換パラメータを推定するステップは、4点以上の計測点または投影矩形面の4つの頂点の撮像面座標に基づいて、最小2乗法で撮像面－スクリーン座標変換パラメータを推定することもできる。

## 【0039】

【発明実施の形態】＜実施の形態1＞以下、本発明の第1の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の画像投影装置の構成の一例を示す図である。図1において、この画像投影装置は、投影面101を撮影するCCD (Charge Coupled Device) カメラなどの撮像部102と、利用者などの外部からキャリブレーションモードや投影モードなどのモード指示を受けるモード入力部103と、モード入力部103でキャリブレーションモードが指定された時に撮像部102で撮影されたアナログ画像情報を出力するスイッチ104と、画像情報のアナログ／デジタル (A/D) 変換を行うA/D変換部105と、A/D変換されたデジタル画像を蓄積する画像メモリ106と、計測点101aを画像から抽出し、その撮像面座標を出力する計測点抽出部107と、抽出された複数の計測点101aの撮像面座標と計測点101aの投影面101上におけるスクリーン座標から両座標系間の変換パラメータ (撮像面－スクリーン座標変換パラメータ) を推定する撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定部108と、投影部113から投影される投影光の輪郭四角形の4つの頂点の撮像面座標を抽出して、撮像面－スクリーン座標変換パラメータによってそれら撮像面座標をスクリーン座標に変換して出力する投影光頂点抽出部109と、投影光頂点抽出部109で抽出された4頂点のスクリーン座標、撮像面－スクリーン座標変換パラメータ及びこの4頂点に対応する被投影面座標からスクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータ (スクリーナー被投影面座標変換パラメータ) を推定するスクリーナー被投影面座標変換パラメータ推定部110と、投影指示点101bの撮像面座標を画像から抽出して、撮像面－スクリーン座標変換パラメータを用いてそのスクリーン座標を出力する投影指示点座標計測部111と、投影光の輪郭四角形4頂点のスクリーン座標値、投影光指示点101bのスクリーン座標値、撮像面－スクリーン面変換パラメータ、スクリーナー被投影面座標変換パラメータを記憶するメモリ112と、利用者などの外部から指定され選択された画像を投影する投影部113と、投影モードにおいて利用者などの外部からの入力に応じて投影する画像を選択する投影画像選択部114と、メモリ112に蓄積された投影光の輪郭四角形4頂点座標及び投影指示点座標から投影面101上に投影が想定される画像 (スクリーン座標系で表現) を生成する想定投影画像生成部115と、利用者などの外部から選択された画像を蓄積する投影画像蓄積部116と、スクリーン座標系で表現された想定投影画像をメモリ112に蓄積されたスクリーナー被投影面座標変換パラメータによって被投影面座標系で表現した投影画像に変換して出力するスクリーナー被投影面座標変換部117と、を備えている。

【0040】ここで、投影面101は、撮像面座標系と

スクリーン座標系の変換パラメータを推定するのに用いられる計測点101aと投影位置を指示する投影指示点101bを有する。

【0041】次に、各座標系について説明する。

【0042】図2は、各座標系関係を示す図である。図2において、撮像面である投影面209をxy平面とし、計測点211の1点を原点とし、その原点を通る空間的にお互いに直交する3直線をXw軸、Yw軸、Zw軸としてスクリーン座標系201を設定する。図2においては、図面上向かって右下の点をスクリーン座標系原点としている。なお、どの計測点211を原点にしてもよい。このスクリーン座標系201の定義によって、投影面209上に配置された計測点211、投影指示点208及び投影光輪郭四角形（以下、単に「投影光」ともいう）210の4頂点のスクリーン座標値(Xw, Yw, 0)を定量化できる。

【0043】また、投影部113（図1）の投影中心を原点とし、投影部113の投影軸方向をz軸方向、液晶パネル等の被投影面をxy平面としてプロジェクタ座標系(Xp, Yp, Zp)を設定する。

【0044】また、XpYp平面に平行な被投影面上に定義される被投影面座標系(xp, yp)203の原点は、投影部113の投影軸(zp軸)がこの被投影面と交わる点である。

【0045】また、撮像部102（図1）のレンズ中心を原点とし、撮像部102の光軸方向をz軸方向、CCD素子面をxy平面としてカメラ座標系204を設定する。

【0046】また、XcYc平面に平行なCCD素子面上に定義される撮像面座標系(xc, yc)205の原点は、撮像部102の光軸(Zc軸)がこの撮像面と交わる点である。

【0047】また、投影部113及び撮像部102は、それぞれ焦点距離Fp206と焦点距離Fc207を有する。

【0048】以下、上記のように構成された画像投影装置の動作について説明する。

【0049】図3は、本発明の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。本発明の画像投影装置の動作は、大きくキャリブレーション処理（ステップ301～ステップ311）と投影処理（ステップ312～ステッ

プ317）の2つの処理で説明することができる。

【0050】最初にキャリブレーション処理（ステップ301～ステップ311）について説明する。

【0051】まず、モード入力部103において利用者などの外部からの入力によってキャリブレーションモードが設定される（ステップ301）と、投影部113が投光された状態（ステップ302）で撮像部102が投光領域を全て含むように撮影を行う（ステップ303）。

【0052】モード入力部103がスイッチ104をON状態にするため、撮像部102で撮影された画像はA/D変換部105に入力され、A/D変換されてデジタル画像として画像メモリ106に格納される。

【0053】図4は、撮影された画像の例を示す図である。図4において、図2と同様のものには、同一の符号を付している。

【0054】次に、計測点抽出部107において、画像メモリ106に格納されているデジタル画像から投影面101上の計測点211を画像処理によって抽出し、その撮像面座標(xc, yc)を出力する（ステップ304）。

【0055】全ての計測点211について全ての抽出を完了したかチェック（ステップ206）し、完了していなければステップ304の処理を繰り返す。なお、計測点211と投影指示点208の画像上での識別は、その色や形などを変えるようにして行うとよい。

【0056】次に、撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定部108において、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータ（撮像面－スクリーン座標変換パラメータ）を計測点211から推定し（ステップ306）、この撮像面－スクリーン座標変換パラメータをメモリ112に格納する。ここで、一般に、スクリーン上の点(Xw1, Yw1, 0)とその点が撮像された時の撮像面座標(xc1, yc1)は、以下の<式3>または<式4>のように表すことができる。

<式3>

$$\begin{bmatrix} k \times Xw1 \\ k \times Yw1 \\ k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 11 & 12 & 13 \\ 15 & 16 & 17 \\ 18 & 19 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} xc1 \\ yc1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

ただし、記号||は行列を示す。

<式4>

$$S1 = L \times C1$$

ここで、

$$S1 = \text{Trans} [k \times Xw1 \quad k \times Yw1 \quad k]$$

$$= \begin{bmatrix} 11 & 12 & 13 \\ 15 & 16 & 17 \\ 18 & 19 & 1 \end{bmatrix}$$

$$L = \begin{bmatrix} 15 & 16 & 17 \\ 18 & 19 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 18 & 19 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C1 = \text{Trans} [xc1 \quad yc1 \quad 1]$$

ただし、記号||は行列を示し、Trans[]は転置行列

を示す。

【0057】ここで、それぞれの計測点211の撮像面座標 (xc1, yc1) とスクリーン座標 (Xw1, Yx1, 0) の対応関係は既知であるので、4点以上の計測点211の対応によって変換パラメータ行列Lを最小2乗法で推定することができる。

【0058】次に、投影光頂点抽出部109において、デジタル画像より投影光210の輪郭四角形の4頂点を画像処理によって抽出し、その撮像面座標 (xc2, yc2) を求め、それら撮像面座標を撮像面-スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標 (Xw2, Yw2, 0) に変換する (ステップ307)。

【0059】このスクリーン座標 (Xw2, Yw2, 0) をメモリ112に格納し、かつスクリーン-被投影面座標変換パラメータ推定部110に出力する。また、処理後の画像をメモリ112に出力する。そして、4つの頂点全ての処理が終了するまで (ステップ308)、ステップ307の処理を繰り返す。ここで、4頂点の撮像面座

<式6>

$$P2 = M \times S2$$

ここで、

$$S2 = \text{Trans} [Xw2 \ Yw2 \ 1]$$

$$\begin{vmatrix} m1 & m2 & m3 \end{vmatrix}$$

$$M = \begin{vmatrix} m5 & m6 & m7 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} m8 & m9 & 1 \end{vmatrix}$$

$$P2 = \text{Trans} [k \times xp2 \ k \times yp2 \ k]$$

ただし、記号||は行列を示し、Trans[]は転置行列を示す。

【0062】ここで、投影光210の輪郭四角形4頂点の被投影面座標 (xp2, yp2) は、液晶パネル上の被投影矩形領域の4頂点に対応するため、容易に求めることができる。よって、4頂点の被投影面座標とスクリーン座標双方が既知となるため、その対応を用いて<式5>の連立方程式を解くことにより、スクリーン-被投影面座標変換パラメータMを推定することができる。

【0063】次に、投影指示点座標計測部111において、デジタル画像より投影指示点208を画像処理によって抽出し、その撮像面座標 (xc3, yc3) を求め、メモリ112に格納されている撮像面-スクリーン座標変換パラメータを用いて (xc3, yc3) をスクリーン座標 (Xw3, Yw3, 0) に変換し (ステップ310)、メモリ112に格納する。

【0064】ここで、複数の投影指示点208がある場合には、ステップ310の処理を繰り返す (ステップ311)。この複数の投影指示点208の配置によって、投影位置やその投影の縦横比などを指定することもできる。

【0065】以上のステップ310~311の処理がキャリブレーション処理となる。次に、投影処理について説明する。

【0066】モード入力部103において、利用者など

座標 (xc2, yc2) は、例えば、投影光210の輪郭四角形の各辺の直線の方程式をHough変換などで求め、その4直線の交点を求めることで得ることができる。

【0060】次に、スクリーン-被投影面座標変換パラメータ推定部110において、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータ (スクリーン-被投影面座標変換パラメータ) を4頂点を用いて推定し (ステップ309)、メモリ112に格納する。

【0061】一般に、スクリーン上の点 (Xw2, Yw2, 0) とその点の液晶パネル上の被投影面座標 (xp2, yp2) は、以下の<式5>または<式6>のように表すことができる。

<式5>

$$\begin{vmatrix} k \times xp2 \\ k \times yp2 \\ k \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} m1 & m2 & m3 \\ m5 & m6 & m7 \\ m8 & m9 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} Xw2 \\ Yw2 \\ 1 \end{vmatrix}$$

ただし、記号||は行列を示す。

の外部からの入力により投影モードが設定され (ステップ312)、投影画像選択部114において投影画像が選択される (ステップ313) と、変換処理を経て投影画像が投影部113によって投影される。

【0067】図5は、投影の一例の様子を示す図である。図5に示すように、投影光 (投影画像) 210が投影指示点208を左上頂点として歪みなく投影される。

【0068】投影画像選択部114において、利用者などの外部から投影画像が選択される (ステップ313) と、想定投影画像生成部115では、投影画像蓄積部116から選択画像をロードして、投影面101上に投影される投影像と同一の想定投影画像を生成する (ステップ314)。

【0069】図6は、想定投影画像を示す図である。この想定投影画像は、スクリーン座標系で表現され、スクリーン上に投影される投影像と同一の画像である。選択画像501は投影指示点208を左上頂点に一致するように、かつ投影光210の領域内に全体が納まるように拡大または縮小されて配置される。

【0070】次に、スクリーン-被投影面座標変換部117では、図6に示すスクリーン座標系表現の想定投影画像をスクリーン-被投影面座標変換パラメータMにより、被投影座標系表現にし、被投影画像を生成する (ステップ315)。

【0071】そして、この被投影画像を投影部113で

投影する（ステップ316）と、想定投影画像と同一の形状かつ位置決めされた歪みのない投影画像が投影面101上に形成される。

【0072】次に、利用者などの外部から投影終了が選択される（ステップ317）まで、ステップ313～ステップ316の処理が繰り返される。

【0073】なお、上述の実施の形態では、投影指示点208が1つの場合について説明したが、この他にも、例えば、2点の投影指示点208で選択画像501の左辺を示すようにして、その投影位置だけでなく投影縮尺を指示することもできる。

【0074】図7は、2点の投影指示点208で定められた線分701と選択画像501の左辺とが一致するように、選択画像501を配置した例を示す図である。ここで、図7（a）は、選択画像501の配置前を示し、図7（b）は、選択画像501の配置後を示す。図7の場合、選択画像501の元々の縦横比 $x:y$ は、投影面209上でも保持される。また、選択画像501の縦横比 $x:y$ を変えるような指示も投影指示点208を3点以上に設定することによって可能となる。

【0075】図8は、3点の投影指示点208で定められた線分701と選択画像501の左辺とが、及び線分801と選択画像501の底辺とが一致するように、選択画像501を配置した例を示す図である。ここで、図8（a）は、選択画像501の配置前を示し、図8（b）は、選択画像501の配置後を示す。図8の場合、選択画像501の元々の縦横比 $x:y$ は、線分701と線分801の比 $x':y'$ に変換して投影される。この縦横比の変更における選択画像501の変換は、簡単な線形変換で実現することができる。また、選択画像の形状を変えるような指示も投影指示点208を4点以上設定することで可能になる。

【0076】図9は、4点の投影指示点208と選択画像501の4つの頂点位置を一致するように変形配置を行った図である。ここで、図9（a）は、選択画像501の配置前を示し、図9（b）は、選択画像501の配置後を示す。図9に示したような形状変更についての選択画像501の変換は、ワーピングなどの非線形変換を用いて行うことができる。

【0077】以上のように、本実施の形態によれば、キャリブレーション処理用の撮像部102及びキャリブレーション処理実行部を備えることにより、利用者などの外部からの設定に応じた位置に、歪みなく選択画像を投影することができる。

【0078】なお、本実施の形態では、投影画像蓄積部116に蓄積され、利用者により選択された投影画像（選択画像）を歪み無く投影する装置を例に説明しているが、投影画像は外部より入力されるデジタル画像でもよい。これにより、A/Dコンバータなどを用いればアナログ信号として存在するテレビジョン信号などにつ

いても歪みの無い投影が可能となる。

【0079】また、利用者による座標読み取りなどの計測手続きが必要ないため、簡易に位置決め投影ができ、位置決め及び歪み補正の精度を向上することができる。

【0080】＜実施の形態2＞以下、本発明の第2の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0081】図10は、本発明の画像投影装置の構成の一例を示す図である。なお、図10において、図1と同様の構成については同一の符号を付している。図10に示した画像投影装置は、投影面101を撮影するCCDカメラなどの撮像部102と、利用者などの外部からキャリブレーションモードや投影モードなどのモード指示を受けるモード入力部103と、モード入力部103でキャリブレーションモードが指定された時に撮像部102で撮影されたアナログ画像情報を出力するスイッチ104と、画像情報のアナログ／デジタル（A/D）変換を行うA/D変換部105と、A/D変換されたデジタル画像を蓄積する画像メモリ106と、計測点101aを画像から抽出し、その撮像面座標を出力する計測点抽出部107と、抽出された複数の計測点101aの撮像面座標と計測点101aの投影面101上におけるスクリーン座標から両座標系間の変換パラメータ（撮像面－スクリーン座標変換パラメータ）を推定する撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定部108と、キャリブレーションモードと投影モードにおける投影画像の切替を行う切替スイッチ1001と、キャリブレーションモードにおいて使用する投影基準画像を生成する投影基準画像生成部1002と、利用者などの外部から指定され選択された画像を投影する投影部113と、投影部113から投影される投影基準画像から投影基準点を画像処理によって抽出してその撮像面座標を求め、後述するメモリ112に格納されている撮像面－スクリーン座標変換パラメータによって当該撮像面座標をスクリーン座標に変換する投影基準点座標抽出部1003と、投影基準点座標抽出部1003で抽出された投影基準点のスクリーン座標、撮像面－スクリーン座標変換パラメータ及び投影基準点に対応する被投影面座標からスクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータ（スクリーン－被投影面座標変換パラメータ）を推定するスクリーン－被投影面座標変換パラメータ推定部1004と、投影指示点101bの撮像面座標を画像から抽出して、撮像面－スクリーン座標変換パラメータを用いてそのスクリーン座標を出力する投影指示点座標計測部111と、投影基準点のスクリーン座標値、投影光指示点101bのスクリーン座標値、撮像面－スクリーン面変換パラメータ、スクリーン－被投影面変換パラメータを記憶するメモリ112と、投影モードにおいて利用者などの外部からの入力に応じて投影する画像を選択する投影画像選択部114と、メモリ112に蓄積された投影光の輪郭四角形4頂点座標及び投影指示点座標から投影面101上



に投影が想定される画像（スクリーン座標系で表現）を生成する想定投影画像生成部115と、利用者などの外部から選択された画像を蓄積する投影画像蓄積部116と、スクリーン座標系で表現された想定投影画像をメモリ112に蓄積されたスクリーン被投影面座標変換パラメータによって被投影面座標系で表現した投影画像に変換して出力するスクリーン被投影面座標変換部117と、を備えている。

【0082】本実施の形態では、スクリーン被投影面座標変換パラメータの推定精度を向上するために、投影基準画像を投影し、その4点以上の投影基準点の座標値を用いることによって、最小2乗法での推定精度を向上させる。

【0083】図11は、4点以上の投影基準点1102を有する投影基準画像1101を投影面209上に投影した図である。

【0084】以下、本実施の形態による画像投影装置の動作について説明する。

【0085】図12は、本実施の形態による画像投影装置の動作を示すフローチャートである。ここで、図12において、図3と同一の処理を行うステップについては同一のステップ番号を付している。

【0086】最初に、キャリブレーション処理（ステップ301～ステップ311）における動作について説明する。まず、モード入力部103において利用者の入力によりキャリブレーションモードが設定される（ステップ301）と、切替スイッチ1001が作動し、投影部113は、投影基準画像生成部1002で生成された投影基準画像1101（図11）を投影する（ステップ201）。

【0087】次に、撮像部102が投影基準画像1101を全て含むように撮影を行う（ステップ303）。

【0088】次に、撮影した画像をスイッチ104からA/D変換部105に入力し、A/D変換部105でA/D変換した後、デジタル画像として画像メモリ106に格納する。

【0089】次に、計測点抽出部107において、計測点の撮像面座標（ $x_c$ ,  $y_c$ ）を抽出（ステップ304）し、全ての計測点211について抽出が完了するまでステップ304の処理を繰り返す（ステップ305）。

【0090】次に、撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定部108において、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータを推定（ステップ306）し、メモリ112に格納する。

【0091】次に、投影基準点座標抽出部1003において、撮像された全ての投影基準点1102を画像処理により抽出し、その撮像面座標（ $x_c2$ ,  $y_c2$ ）を求める。そして、それらの撮像面座標（ $x_c2$ ,  $y_c2$ ）を撮像面－スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標（ $X_w2$ ,  $Y_w2$ , 0）に変換して（ステップ120

2）、メモリ112に格納し、かつスクリーン被投影面座標変換パラメータ推定部1004へ出力する。そして、全ての投影基準点1102についての処理が終了するまでステップ1202の処理を繰り返す（ステップ1203）。なお、計測点211、投影指示点208、投影基準点1102の識別は、それぞれの点の色や形状などを変えることによって行うとよい。

【0092】次に、スクリーン被投影面座標変換パラメータ推定部1004において、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータを投影基準点102を用いて推定し（ステップ1204）、メモリ112に格納する。上述の<式5>における $X_w2$ と $Y_w2$ の値は、投影基準点抽出部1003で得られており、また<式5>における $x_p2$ と $y_p2$ の値は、投影部113の液晶パネル上における被投影面座標であるため、液晶パネルサイズと投影基準画像の比がわかっているれば容易に求めることができる。よって、投影基準点1102が4点以上あれば、変換パラメータ（<式6>におけるM）は、最小2乗法によって推定することができる。

【0093】次に、投影指示点座標計測部111において、デジタル画像より投影指示点208を画像処理によって抽出し、その撮像面座標（ $x_c3$ ,  $y_c3$ ）を求め、メモリ112に格納されている撮像面－スクリーン座標変換パラメータを用いて（ $x_c3$ ,  $y_c3$ ）をスクリーン座標（ $X_w3$ ,  $Y_w3$ , 0）に変換し（ステップ310）、メモリ112に格納する。

【0094】ここで、複数の投影指示点208がある場合には、ステップ310の処理を繰り返す（ステップ311）。この複数の投影指示点208の配置によって、投影位置やその投影の縦横比などを指定することもできる。

【0095】以上のステップ310～311の処理がキャリブレーション処理となる。次に、投影処理について説明する。

【0096】モード入力部103において、利用者などの外部からの入力により投影モードが設定される（ステップ312）と、モード入力部103からの投影モードを示す出力信号をうけた切替スイッチ301は、スクリーン被投影面座標変換部117の出力を投影部113に入力するように作動する。そして、投影画像選択部114において投影画像が選択される（ステップ313）と、投影画像が投影部113によって投影される。

【0097】投影画像選択部114において、利用者などの外部から投影画像が選択される（ステップ313）と、想定投影画像生成部115では、投影画像蓄積部116から選択画像をロードして、投影面101上に投影される投影像と同一の想定投影画像を生成する（ステップ314）。

【0098】次に、スクリーン被投影面座標変換部117では、図6に示すスクリーン座標系表現の想定投影

画像をスクリーン被投影面座標変換パラメータMにより、被投影座標系表現にし、被投影画像を生成する（ステップ315）。

【0099】そして、この被投影画像を投影部113で投影する（ステップ316）と、想定投影画像と同一の形状かつ位置決めされた歪みのない投影画像が投影面101上に形成される。

【0100】次に、利用者などの外部から投影終了が選択される（ステップ317）まで、ステップ313～ステップ316の処理が繰り返される。

【0101】なお、本実施の形態では、投影画像蓄積部116に蓄積され、利用者により選択された投影画像（選択画像）を歪み無く投影する装置を例に説明しているが、投影画像は外部より入力されるデジタル画像でもよい。これにより、A/Dコンバータなどを用いればアナログ信号として存在するテレビジョン信号などについても歪みの無い投影が可能となる。

【0102】以上のように、本実施の形態によれば、キャリブレーション処理用の撮像部102及びキャリブレーション処理の実行部を備えることにより、投影位置の指定精度が大幅に向上し、投影歪み補正の精度を大幅に向上することができる。

【0103】また、利用者による座標読み取りなどの計測手続きが必要ないため、簡易に位置決め投影ができ、位置決め及び歪み補正の精度を大幅に向上することができる。

【0104】＜実施の形態3＞以下本発明の第3の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0105】図13は、本発明の画像投影装置の構成の一例を示す図である。なお、図13において、図1と同様の構成については同一の符号を付している。図13に示した画像投影装置は、投影位置と投影領域を指定する長方形の投影矩形面1301が投影されている投影面101を撮影するCCDカメラなどの撮像部102と、利用者などの外部からキャリブレーションモードや投影モードなどのモード指示を受けるモード入力部103と、モード入力部103でキャリブレーションモードが指定された時に撮像部102で撮影されたアナログ画像情報を出力するスイッチ104と、画像情報のアナログ/デジタル（A/D）変換を行うA/D変換部105と、A/D変換されたデジタル画像を蓄積する画像メモリ106と、投影矩形面1301の4つの頂点をデジタル画像から抽出し、その撮像面座標を出力する投影矩形面頂点抽出部1302と、抽出された投影矩形面1301の4つの頂点とその頂点の投影面101上におけるスクリーン座標から両座標系間の変換パラメータ（撮像面-スクリーン座標変換パラメータ）を推定する撮像面-スクリーン座標変換パラメータ推定部1303と、投影矩形面1301の4つの頂点の撮像面座標を抽出して、撮像面-スクリーン座標変換パラメータによってそれら

撮像面座標をスクリーン座標に変換して出力する投影光頂点抽出部109と、投影光頂点抽出部109で抽出された4頂点のスクリーン座標、撮像面-スクリーン座標変換パラメータ及びこの4頂点に対応する被投影面座標からスクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータ（スクリーン-被投影面座標変換パラメータ）を推定するスクリーン-被投影面座標変換パラメータ推定部110と、投影矩形面1301の撮像面座標と撮像面-スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標から投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測部1304と、投影矩形面1301の4頂点のスクリーン座標値、投影矩形面1301のスクリーン座標値、撮像面-スクリーン面変換パラメータ、スクリーン-被投影面変換パラメータを記憶するメモリ112と、利用者などの外部から指定され選択された画像を投影する投影部113と、投影モードにおいて利用者などの外部からの入力に応じて投影する画像を選択する投影画像選択部114と、メモリ112に蓄積された投影矩形面1301の4頂点座標から投影面101上に投影が想定される画像（スクリーン座標系で表現）を生成する想定投影画像生成部115と、利用者などの外部から選択された画像を蓄積する投影画像蓄積部116と、スクリーン座標系で表現された想定投影画像をメモリ112に蓄積されたスクリーン-被投影面座標変換パラメータによって被投影面座標系で表現した投影画像に変換して出力するスクリーン-被投影面座標変換部117と、を備えている。

【0106】上述の画像投影装置においては、投影面101上に配置した全ての頂点（4頂点）の相対的な位置関係が既知である投影矩形面1301（例えば、A3サイズやB3サイズなどの所定サイズの用紙など）の上に完全に重なるか、もしくはその矩形内に縦横比を保った状態で選択画像を投影することによって、投影矩形面1301の4頂点を上述の第1の実施の形態における計測点および投影指示点として扱い、キャリブレーション処理及び投影処理を行う。

【0107】以下、本実施の形態における画像投影装置の動作について説明する。

【0108】図14は、本実施の形態による画像投影装置の動作を示すフローチャートである。ここで、図14において、図3と同一の処理を行うステップについては同一のステップ番号を付している。

【0109】最初に、キャリブレーション処理（ステップ301～ステップ1404）における動作について説明する。まず、モード入力部103において利用者などの外部からの入力によりキャリブレーションモードが設定される（ステップ301）と、投影部113が投光された状態（ステップ302）で撮像部102が投光領域全てを含むように撮影を行う（ステップ303）。

【0110】次に、撮影による画像は、スイッチ104からA/D変換部105に入力され、A/D変換部10



5でA/D変換されて画像メモリ106に格納される。

【0111】図15は、投影面209に撮影された画像の例を示す図である。図15において、投影面209及び投影矩形面1301上に投影光210が投影されている。以降この図15を用いて本実施の形態による画像投影装置の動作について説明する。

【0112】次に、投影矩形面抽出部1302において、図15に示す画像から投影矩形面1301の頂点を画像処理により抽出して、その撮像面座標(xc, yc)をメモリ112に格納し、撮像面-スクリーン座標変換パラメータ推定部1303に出力する(ステップ1401)。そして、4つの頂点全てについて抽出を完了したかチェックし(ステップ1402)、完了していなければステップ1401の処理を繰り返す。4頂点の撮像面座標(xc, yc)は、例えば、投影矩形面1301の輪郭四角形の各辺の直線方程式をHough変換などで求め、その4直線の交点を求めることで得ることができる。

【0113】次に、撮像面-スクリーン座標変換パラメータ推定部108において、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータ(撮像面-スクリーン座標変換パラメータ)を投影矩形面1301の4頂点より推定し(ステップ1403)、この撮像面-スクリーン座標変換パラメータをメモリ112に格納する。このようにして、上述した<式4>に示す変換パラメータ行列Lを推定することができる。

【0114】次に、投影光頂点抽出部109において、投影光210の4頂点の全てのスクリーン座標を算出し(ステップ307及びステップ308)、メモリ112に格納する。

【0115】次に、スクリーン-被投影面座標変換パラメータ推定部110において、スクリーン座標系と被投影面間の変換パラメータを投影光210の4頂点を用いて推定し(ステップ309)、メモリ112に格納する。

【0116】次に、投影指示点座標計測1304において、ステップ1401で得られメモリ112に格納されている投影矩形面1301の4頂点の座標(xc2, yc2)を同じくメモリ112に格納されている撮像面-スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標(Xw3, Yw3, 0)に変換し(ステップ1404)、これを投影指示点としてメモリ112に格納する。以上がキャリブレーション処理となる。

【0117】以下、投影処理(ステップ312～ステップ317)に関しては、上述のステップ1404で得られた投影矩形面1301の4頂点を投影指示点として扱うことで、図3に示した処理と同様の処理を行うことができる。

【0118】モード入力部103において、利用者などの外部からの入力により投影モードが設定され(ステッ

プ312)、投影画像選択部114において投影画像が選択される(ステップ313)と、変換処理を経て投影画像が投影部113によって投影される。

【0119】また、投影画像選択部114において、利用者などの外部から投影画像が選択される(ステップ313)と、想定投影画像生成部115では、投影画像蓄積部116から選択画像をロードして、投影面101上に投影される投影像と同一の想定投影画像を生成する(ステップ314)。

【0120】次に、スクリーン-被投影面座標変換部117では、図6に示すスクリーン座標系表現の想定投影画像をスクリーン-被投影面座標変換パラメータMにより、被投影座標系表現にし、被投影画像を生成する(ステップ315)。

【0121】そして、この被投影画像を投影部113で投影する(ステップ316)と、想定投影画像と同一の形状かつ位置決めされた歪みのない投影画像が投影面101上に形成される。

【0122】次に、利用者などの外部から投影終了が選択される(ステップ317)まで、ステップ313～ステップ316の処理が繰り返される。

【0123】なお、本実施の形態では、投影画像蓄積部116に蓄積され、利用者により選択された投影画像(選択画像)を歪み無く投影する装置を例に説明しているが、投影画像は外部より入力されるデジタル画像でもよい。これにより、A/Dコンバータなどを用いればアナログ信号として存在するテレビジョン信号などについても歪みの無い投影が可能となる。

【0124】以上、本実施の形態においては、投影矩形面1301の4頂点を実施の形態1における計測点211かつ投影指示点208として処理したが、投影矩形面1301を利用せずに、計測点211と投影指示点208を兼ねる4点を投影面上に配置してもよい。

【0125】以上、本実施の形態によれば、キャリブレーション処理用の撮像部102及びキャリブレーション処理の実行部を備えるため、投影面101上の特定矩形領域上に歪みなく選択画像を投影することができる。

【0126】また、利用者などによる座標読み取りなどの計測手続きが必要ないため、簡易に位置決め投影ができ、位置決め及び歪み補正の精度を大幅に向上することができる。

【0127】<実施の形態4>以下本発明の第4の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0128】図16は、本発明の画像投影装置の構成の一例を示す図である。なお、図16において、図1と同様の構成については同一の符号を付している。図16に示した画像投影装置は、投影面101を撮影するCCDカメラなどの撮像部102と、利用者などの外部からキャリブレーションモードや投影モードなどのモード指示を受けるモード入力部103と、モード入力部103で

キャリブレーションモードが指定された時に撮像部102で撮影されたアナログ画像情報を出力するスイッチ104と、画像情報のアナログ／デジタル(A/D)変換を行うA/D変換部105と、A/D変換されたデジタル画像を蓄積する画像メモリ106と、計測点101aを画像から抽出し、その撮像面座標を出力する計測点抽出部107と、抽出された複数の計測点101aの撮像面座標と計測点101aの投影面101上におけるスクリーン座標から両座標系間の変換パラメータ(撮像面－スクリーン座標変換パラメータ)を推定する撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定部108と、投影部113から投影される投影光の輪郭四角形の4つの頂点の撮像面座標を抽出して、撮像面－スクリーン座標変換パラメータによってそれら撮像面座標をスクリーン座標に変換して出力する投影光頂点抽出部109と、投影光頂点抽出部109で抽出された4頂点のスクリーン座標、撮像面－スクリーン座標変換パラメータ及びこの4頂点に対応する被投影面座標からスクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータ(スクリーン－被投影面座標変換パラメータ)を推定するスクリーン－被投影面座標変換パラメータ推定部110と、投影指示点101bの撮像面座標を画像から抽出して、撮像面－スクリーン座標変換パラメータを用いてそのスクリーン座標を出力する投影指示点座標計測部111と、投影光の輪郭四角形4頂点のスクリーン座標値、投影光指示点101bのスクリーン座標値、撮像面－スクリーン座標変換パラメータ、スクリーン－被投影面座標変換パラメータを記憶するメモリ112と、利用者などの外部から指定され選択された画像を投影する投影部113と、投影モードにおいて利用者などの外部からの入力に応じて投影する画像を選択する投影画像選択部114と、メモリ112に蓄積された投影光の輪郭四角形4頂点座標及び投影指示点座標から投影面101上に投影が想定される画像(スクリーン座標系で表現)を生成する想定投影画像生成部115と、利用者などの外部から選択された画像を蓄積する投影画像蓄積部116と、想定投影画像生成部115から出力される想定投影画像において利用者などの外部から選択された選択画像の存在しない周辺部の色を光を透過させない色、例えば、黒色など、に変換する周辺色変換部1601と、周辺色変換部1601で処理されたスクリーン座標系表現の想定投影画像をメモリ112に蓄積されたスクリーン－被投影面座標変換パラメータによって被投影面座標系で表現した投影画像に変換して出力するスクリーン－被投影面座標変換部117と、を備えている。

【0129】本実施に形態においては、投影すべき選択画像に無関係な周辺光部分のない、位置合せされた歪みのない投影を行うために、想定投影画像において選択画像の存在しない周辺部の色を黒色などの光を透過させない色に変換する投影処理を行う。

【0130】以下、本実施の形態における画像投影装置の動作について説明する。

【0131】図17は、本実施の形態による画像投影装置の動作を示すフローチャートである。ここで、図17において、図3と同一の処理を行うステップについては同一のステップ番号を付している。

【0132】ここで、キャリブレーション処理(ステップ301～ステップ311)の動作については、上述の実施の形態1(図3)と全く同じ動作とすることができる。すなわち、まず、モード入力部103において利用者などの外部からの入力によってキャリブレーションモードが設定される(ステップ301)と、投影部113が投光された状態(ステップ302)で撮像部102が投光領域を全て含むように撮影を行う(ステップ303)。

【0133】モード入力部103がスイッチ104をON状態にするため、撮像部102で撮影された画像はA/D変換部105に入力され、A/D変換されてデジタル画像として画像メモリ106に格納される。

【0134】次に、計測点抽出部107において、画像メモリ106に格納されているデジタル画像から投影面101上の計測点211を画像処理によって抽出し、その撮像面座標( $x_c, y_c$ )を出力する(ステップ304)。

【0135】全ての計測点211について全ての抽出を完了したかチェック(ステップ206)し、完了していなければステップ304の処理を繰り返す。

【0136】次に、撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定部108において、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータ(撮像面－スクリーン座標変換パラメータ)を計測点211から推定し(ステップ306)、この撮像面－スクリーン座標変換パラメータをメモリ112に格納する。

【0137】次に、投影光頂点抽出部109において、デジタル画像より投影光210の輪郭四角形の4頂点を画像処理によって抽出し、その撮像面座標( $x_{c2}, y_{c2}$ )を求め、それら撮像面座標を撮像面－スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標( $X_{w2}, Y_{w2}, 0$ )に変換する(ステップ307)。

【0138】このスクリーン座標( $X_{w2}, Y_{w2}, 0$ )をメモリ112に格納し、かつスクリーン－被投影面座標変換パラメータ推定部110に出力する。また、処理後の画像をメモリ112に出力する。そして、4つの頂点全ての処理が終了するまで(ステップ308)、ステップ307の処理を繰り返す。

【0139】次に、スクリーン－被投影面座標変換パラメータ推定部110において、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータ(スクリーン－被投影面座標変換パラメータ)を4頂点を用いて推定し(ステップ309)、メモリ112に格納する。

【0140】次に、投影指示点座標計測部111において、デジタル画像より投影指示点208を画像処理によって抽出し、その撮像面座標( $x_c3$ ,  $y_c3$ )を求め、メモリ112に格納されている撮像面—スクリーン座標変換パラメータを用いて( $x_c3$ ,  $y_c3$ )をスクリーン座標( $X_w3$ ,  $Y_w3$ , 0)に変換し(ステップ310)、メモリ112に格納する。

【0141】ここで、複数の投影指示点208がある場合には、ステップ310の処理を繰り返す(ステップ311)。この複数の投影指示点208の配置によって、投影位置やその投影の縦横比などを指定することもできる。

【0142】以上のステップ310~311の処理がキャリブレーション処理となる。次に、投影処理(ステップ312~ステップ317)の動作について説明する。

【0143】モード入力部103において利用者などの外部からの入力により投影モードが設定され(ステップ312)、投影画像選択部114において投影画像が選択される(ステップ313)と、変換処理を経て投影画像が投影される。

【0144】図18は、投影画像を投影面に投影した様子を示す図である。図18に示すように、投影光(投影画像)210が投影指示点208を左上頂点として歪みなく投影される。図18において、選択画像501の周辺部は、上述の図5に示した場合とは異なり、光が透過せず投影面209上では投影光210の当たっていない部分と同じ色になる。

【0145】このように、投影画像選択部114において利用者などの外部から投影画像が選択される(ステップ313)と、想定投影画像生成部115では、投影画像蓄積部116から選択画像をロードして、投影面101上に投影される投影像と同一の想定投影画像を生成する(ステップ314)。

【0146】次に、周辺色変換部1601は、想定投影画像における選択画像501の存在しない部分の色を黒色などの光を透過させない色に変換する(ステップ1701)。

【0147】スクリーン—被投影面座標変換部117では、スクリーン座標系表現の想定投影画像をスクリーン—被投影面座標変換パラメータMにより、被投影座標系表現にし、被投影画像を生成する(ステップ315)。

【0148】そして、この被投影画像を投影部113で投影する(ステップ316)と、想定投影画像と同一の形状かつ位置決めされた歪みのない投影画像が投影面101上に形成される。

【0149】次に、利用者などの外部から投影終了が選択される(ステップ317)まで、ステップ313~ステップ316の処理が繰り返される。

【0150】なお、本実施の形態では、投影画像蓄積部116に蓄積され、利用者により選択された投影画像

(選択画像)を歪み無く投影する装置を例に説明しているが、投影画像は外部より入力されるデジタル画像でもよい。これにより、A/Dコンバータなどを用いればアナログ信号として存在するテレビジョン信号などについても歪みの無い投影が可能となる。

【0151】また、本実施の形態では、周辺色変換部1601により想定投影画像において投影画像の存在しない周辺部の色を黒色などの光を透過しない色に変換する例を示しているが、周辺部の色はスクリーン色と同色の色やデザイン効果を狙った他の色でもよい。

【0152】以上、本実施の形態について説明したが、本実施の形態は、上述した実施の形態1~3の何れにも適用することができる。

【0153】以上のように、本実施の形態によれば、投影光の領域のうち利用者などの外部から指定された画像の存在しない部分の色を、光の透過しない色に変換する周辺色変換部1601を備えることで、投影光部分の存在しない無駄な領域を整形し、位置決めして歪みを補正した投影をすることができる。

【0154】また、利用者などの座標読み取りなどの計測手続きが必要ないため、簡易に位置決めして投影することができ、位置決め及び歪み補正の精度を大幅に向上させることができる。

【0155】＜実施の形態5＞以下本発明の第5の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0156】図19は、本発明の画像投影装置の実施の形態の一例を示す図である。なお、図19において、図1と同様の構成については同一の符号を付している。図19に示した画像投影装置は、投影面101を撮影するCCDカメラなどの撮像部102と、利用者などの外部からキャリブレーションモードや投影モードなどのモード指示を受けるモード入力部103と、モード入力部103でキャリブレーションモードが指定された時に撮像部102で撮影されたアナログ画像情報を出力するスイッチ104と、画像情報のアナログ/デジタル(A/D)変換を行うA/D変換部105と、A/D変換されたデジタル画像を蓄積する画像メモリ106と、計測点101aを画像から抽出し、その撮像面座標を出力する計測点抽出部107と、抽出された複数の計測点101aの撮像面座標と計測点101aの投影面101上におけるスクリーン座標から両座標系間の変換パラメータ(撮像面—スクリーン座標変換パラメータ)を推定する撮像面—スクリーン座標変換パラメータ推定部108と、投影部113から投影される投影光の輪郭四角形の4つの頂点の撮像面座標を抽出して、撮像面—スクリーン座標変換パラメータによってそれら撮像面座標をスクリーン座標に変換して出力する投影光頂点抽出部109と、投影光頂点抽出部109で抽出された4頂点のスクリーン座標、撮像面—スクリーン座標変換パラメータ及びこの4頂点に対応する被投影面座標からスクリーン座

標系と被投影面座標系の変換パラメータ（スクリーン-被投影面座標変換パラメータ）を推定するスクリーン-被投影面座標変換パラメータ推定部 110 と、投影指示点 101b の撮像面座標を画像から抽出して、撮像面-スクリーン座標変換パラメータを用いてそのスクリーン座標を出力する投影指示点座標計測部 111 と、投影光の輪郭四角形 4 頂点のスクリーン座標値、投影光指示点 101b のスクリーン座標値、撮像面-スクリーン面変換パラメータ、スクリーン-被投影面変換パラメータを記憶するメモリ 112 と、利用者などの外部から指定され選択された画像を投影する投影部 113 と、投影モードにおいて利用者などの外部からの入力に応じて投影する画像を選択する投影画像選択部 114 と、メモリ 112 に蓄積された投影光の輪郭四角形 4 頂点座標及び投影指示点座標から投影面 101 上に投影が想定される画像（スクリーン座標系で表現）を生成する想定投影画像生成部 115 と、利用者などの外部から選択された画像を蓄積する投影画像蓄積部 116 と、スクリーン座標系で表現された想定投影画像をメモリ 112 に蓄積されたスクリーン-被投影面座標変換パラメータによって被投影面座標系で表現した投影画像に変換して出力するスクリーン-被投影面座標変換部 117 と、撮像部 102 と投影部 113 のそれぞれの光軸を同一にするハーフミラー部 1901 と、を備えている。

【0157】本実施に形態においては、撮像部 102 と投影部 113 の光軸を同一にすることによって、投影面 101 がどの位置に配置されても、撮像部 102 の撮像領域を変更する必要がない。

【0158】なお、本実施の形態における画像投影装置の動作は、上述した実施の形態 1 の図 3 に示した動作と同一である。

【0159】なお、本実施の形態では、投影画像蓄積部 116 に蓄積され、利用者により選択された投影画像（選択画像）を歪み無く投影する装置を例に説明しているが、投影画像は外部より入力されるデジタル画像でもよい。これにより、A/D コンバータなどを用いればアナログ信号として存在するテレビジョン信号などについても歪みの無い投影が可能となる。

【0160】以上のように、本実施の形態によれば、ハーフミラー部 1901 を設けることによって、投影光軸と撮像光軸を一致させることができ、投影面 101 の配置位置に応じて撮像領域を変更する必要がない。このため、撮像部 102 のパン、チルト、及びズーム制御などの初期設定が不要となり、より利便性が向上した。

【0161】

【発明の効果】以上のように、本発明の画像投影装置及び画像投影方法によれば、撮像部で投影光の撮影を行い、その撮影画像から投影面と投影部にある被投影面間の座標変換パラメータを推定するため、任意に設定した投影位置に歪みなく選択画像を投影することができるよ

うになった。

【0162】また、投影前に行われていた座標読み取りなどの計測手続きが必要ないため、簡易に位置決めして投影することができ、位置決め及び歪み補正の精度を大幅に向上することができるようになった。

【0163】また、選択投影画像の周辺部の色を光の透過しない色に変換することによって、簡易に位置決め投影ができ、位置決め及び歪み補正の精度を向上させながら、無駄な投影光部のない整形された画像を投影することができるようになった。

【0164】また、ハーフミラー部を設けて投影光軸と撮像光軸を一致させるため、投影面の配置位置に応じて撮像領域を変更する必要がなく、撮像部のパン、チルト及びズーム制御などの初期設定が不要となり、より利便性を向上することができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の画像投影装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】投影面、撮像部、投影部におけるそれぞれの座標系を示す図である。

【図 3】本発明の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。

【図 4】キャリブレーションモードにおける撮像画像の一例を示す図である。

【図 5】投影イメージの一例を示す図である。

【図 6】想定投影画像の一例を示す図である。

【図 7】2 点の投影指示点を配置した場合の投影例を示す図である。

【図 8】3 点の投影指示点を配置した場合の投影例を示す図である。

【図 9】4 点の投影指示点を配置した場合の投影例を示す図である。

【図 10】本発明の画像投影装置の構成を示すブロック図である。

【図 11】キャリブレーションモードにおける撮像画像の一例を示す図である。

【図 12】本発明の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。

【図 13】本発明の画像投影装置の構成を示すブロック図である。

【図 14】本発明の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。

【図 15】キャリブレーションモードにおける撮像画像の一例を示す図である。

【図 16】本発明の画像投影装置の構成を示すブロック図である。

【図 17】本発明の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。

【図 18】投影モードにおける投影の一例を示す図である。

【図19】本発明の画像投影装置の構成を示すブロック図である。

【図20】投影面と被投影面の位置関係とその投影歪みの一例を示す図である。

【図21】従来の画像投影装置の構成を示すブロック図である。

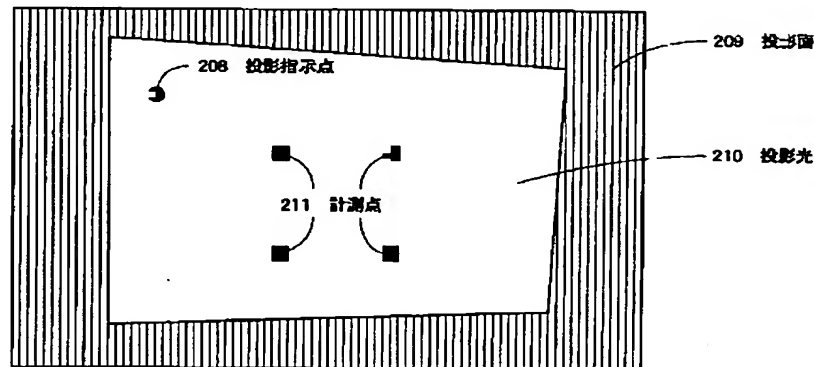
【図22】従来の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

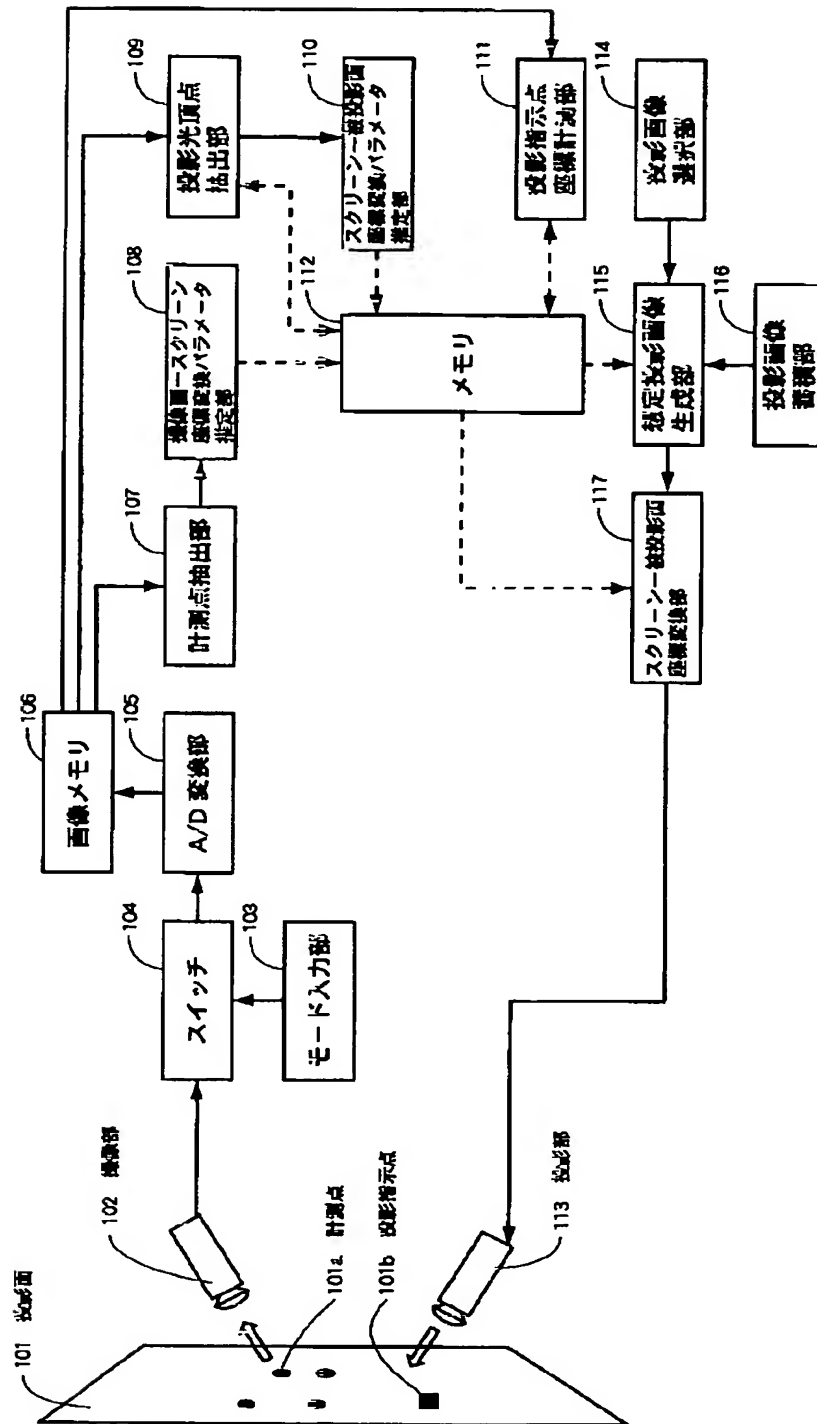
101、209、2001、2101 投影面  
 101a、211 計測点  
 101b、208 投影指示点  
 102 撮像部  
 103 モード入力部  
 104 スイッチ  
 105 A/D変換部  
 106 画像メモリ  
 107 計測点抽出部  
 108、1303 撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定部  
 109 投影光頂点抽出部  
 110、1004 スクリーン－被投影面座標変換パラメータ推定部  
 111、1304 投影指示点座標計測部  
 112 メモリ  
 113、2005、2103 投影部  
 114 投影画像選択部

115 想定投影画像生成部  
 116 投影画像蓄積部  
 117 スクリーン－被投影面座標変換部  
 201 スクリーン座標系  
 202 プロジェクタ座標系  
 203 被投影面座標系  
 204 カメラ座標系  
 205 撮像面座標系  
 206 プロジェクタ焦点距離  $F_p$   
 207 カメラ焦点距離  
 210 投影光輪郭四角形  
 501 選択画像  
 701、801 線分  
 1001 切替スイッチ  
 1002 投影基準画像発生部  
 1003 投影基準点座標抽出部  
 1101 投影基準画像  
 1102 投影基準点  
 1301 投影矩形面  
 1302 投影矩形面頂点抽出点  
 1601 周辺色変換部  
 1901 ハーフミラー部  
 2002 投影レンズ  
 2003 被投影面（液晶パネル）  
 2004 投影像  
 2102 コンピュータ装置

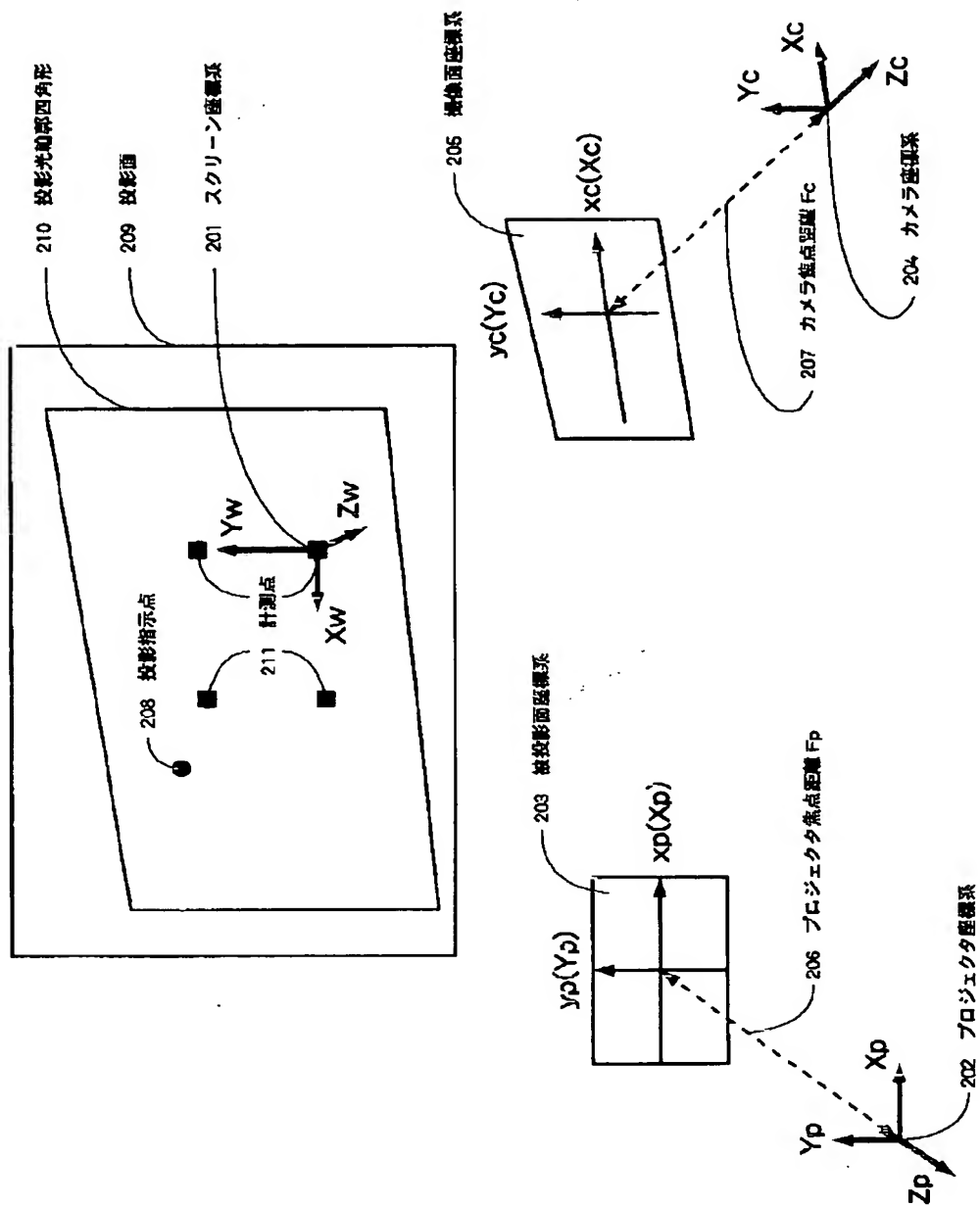
【図4】



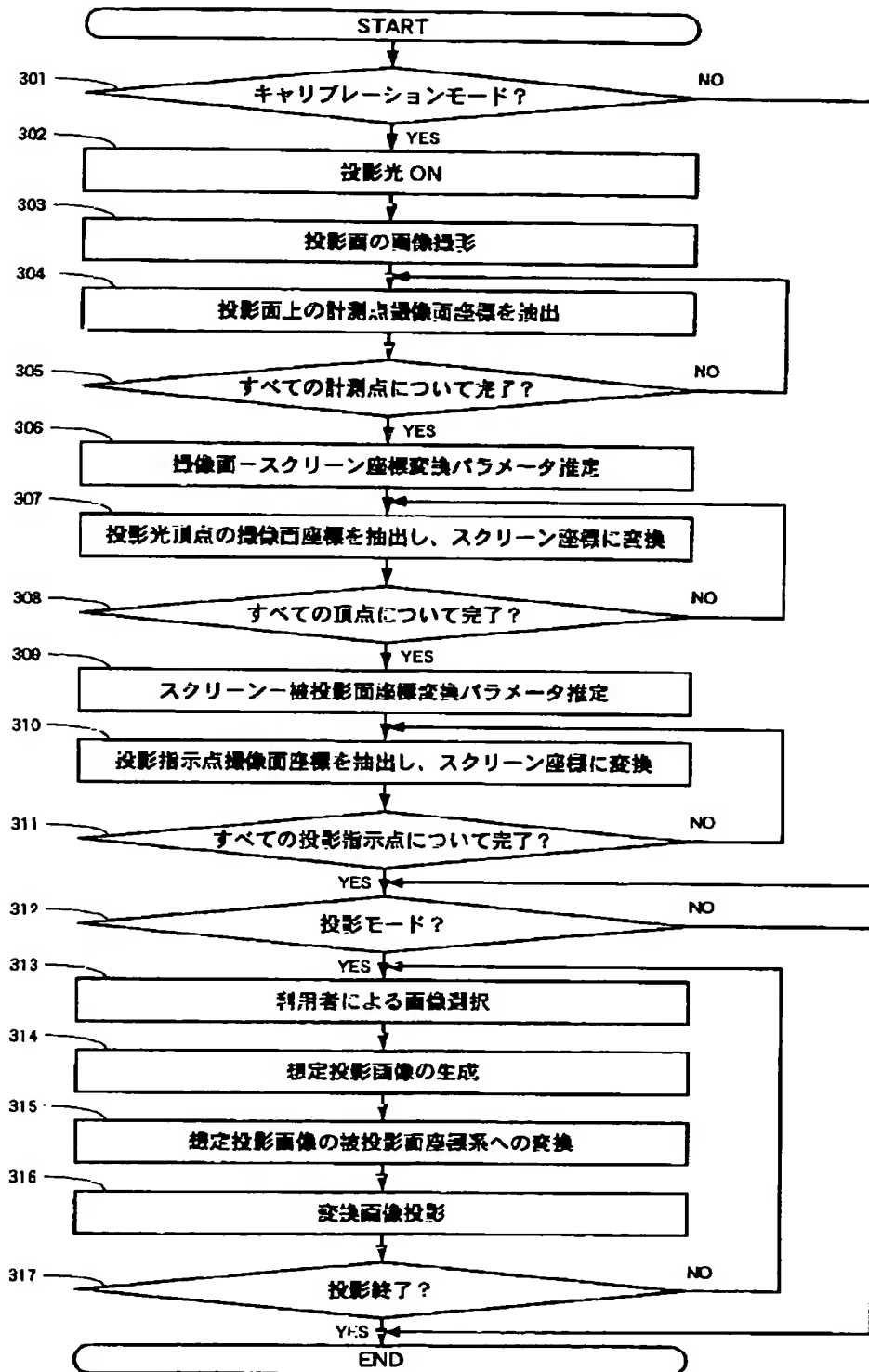
【図1】



【図2】

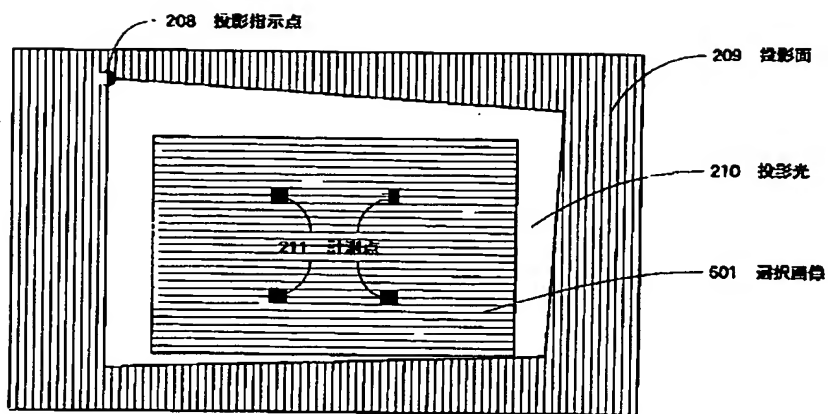


【図3】

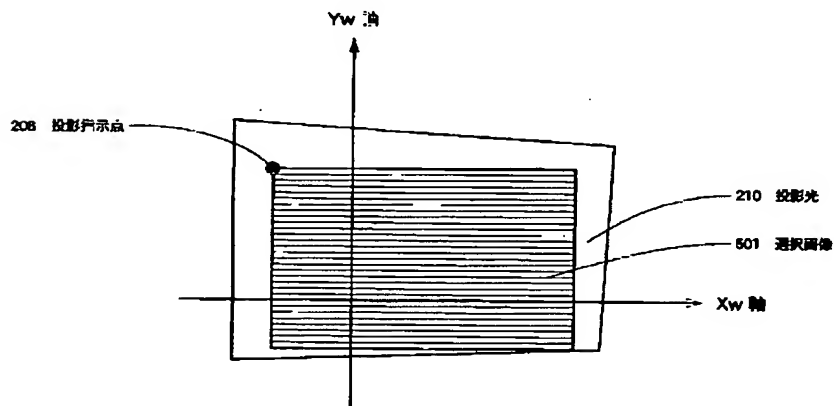




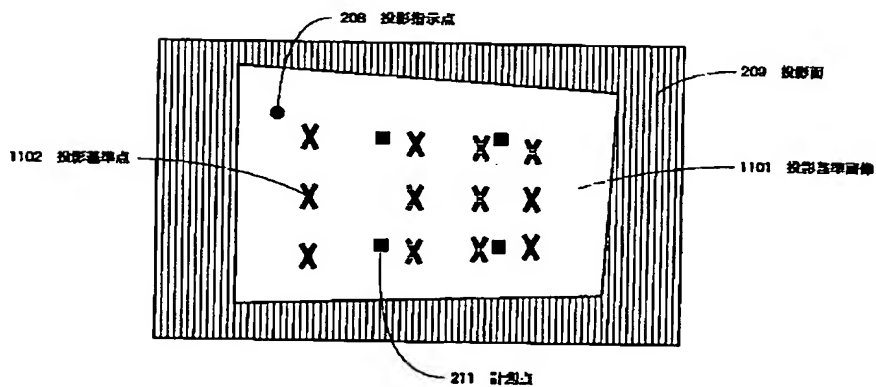
【図5】



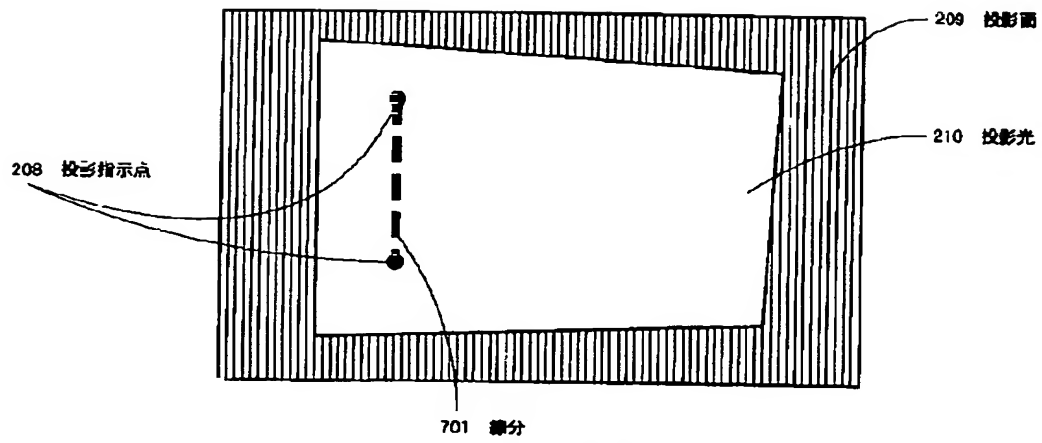
【図6】



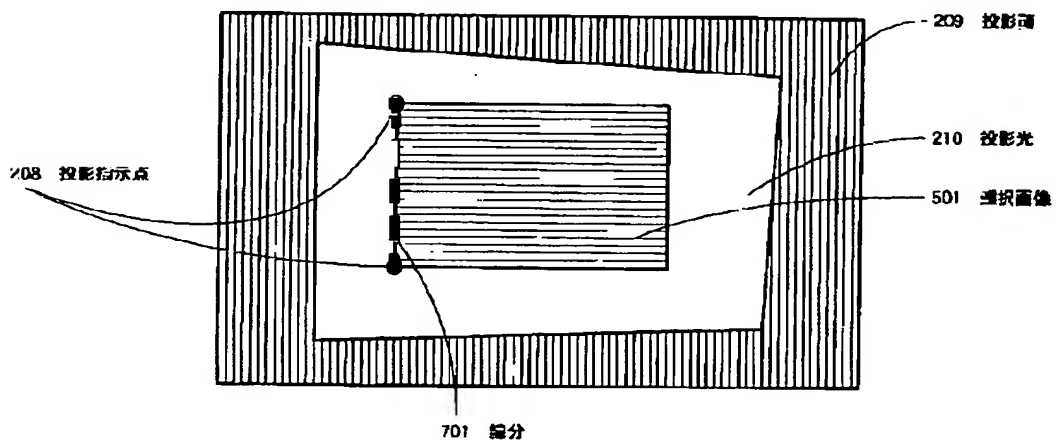
【図11】



【圖7】

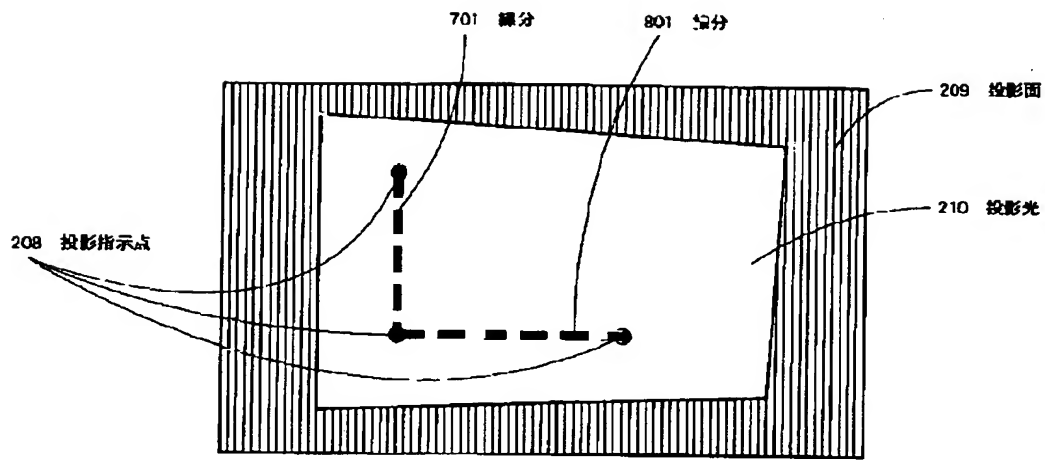


(a) 選択画像投影前

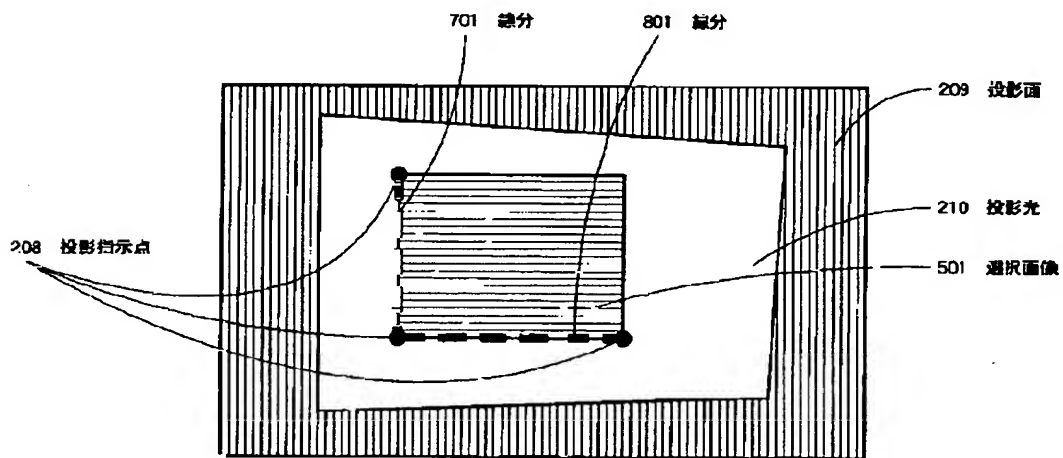


(b) 選択画像投影後

【圖8】

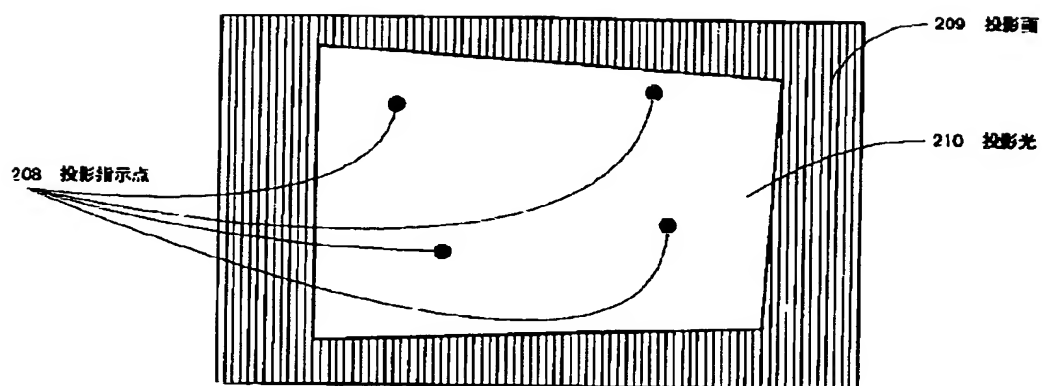


(a) 選択画像投影前

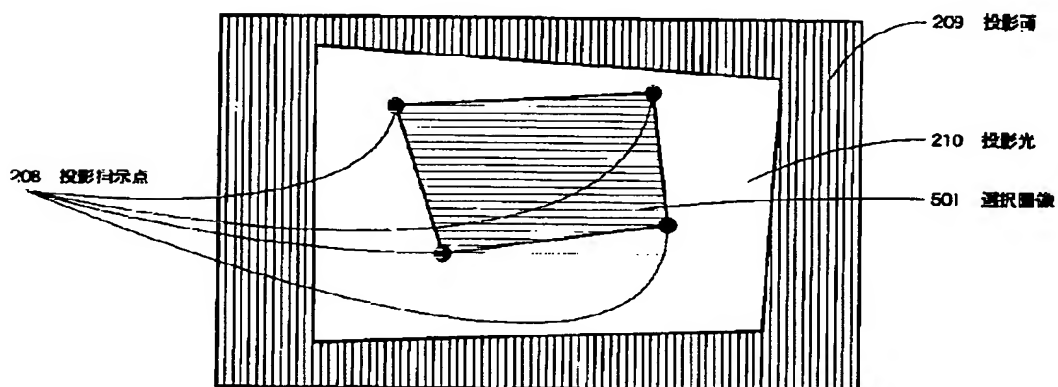


(b) 選択画像投影後

【図9】

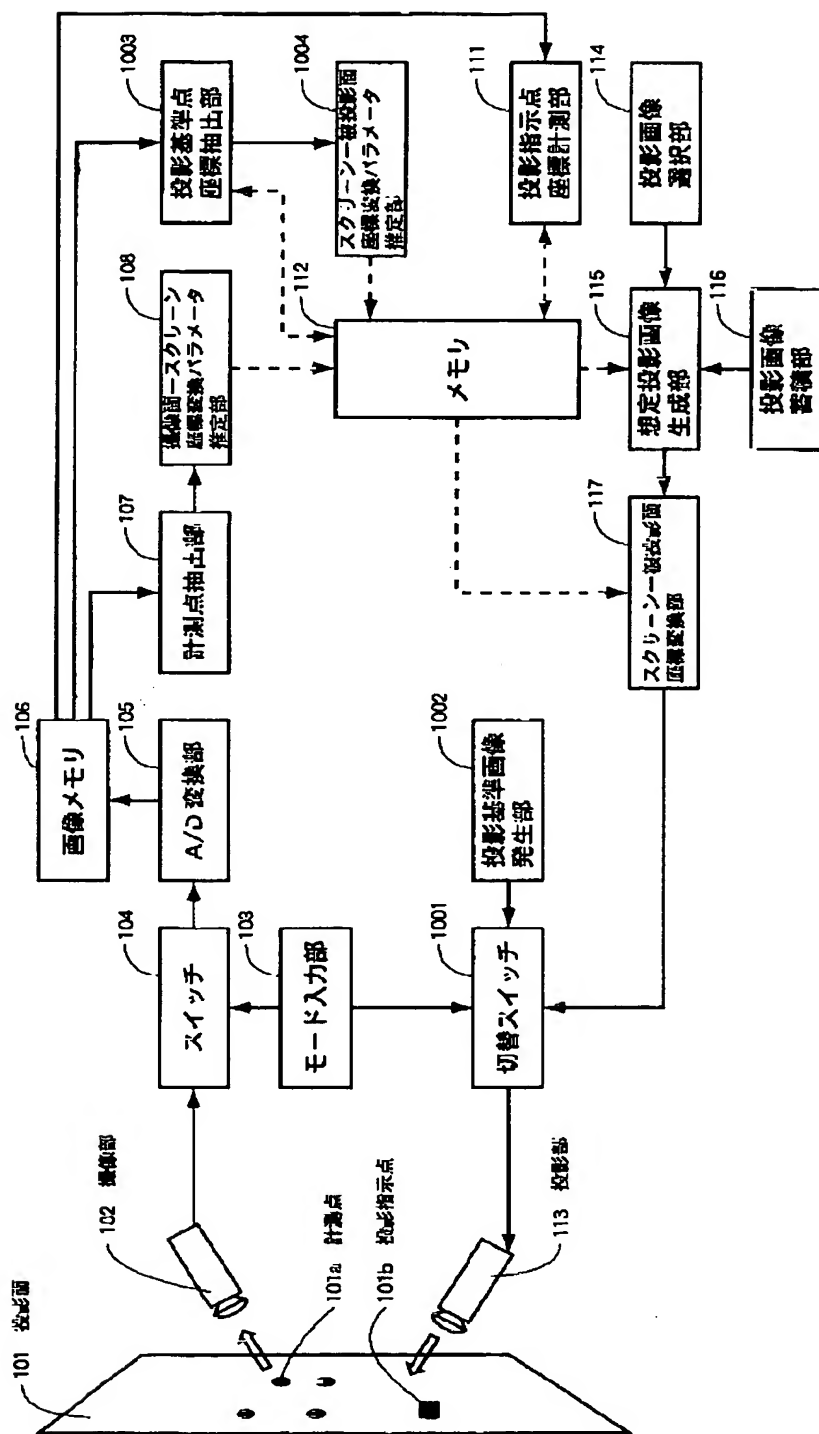


(a) 選択画像投影前



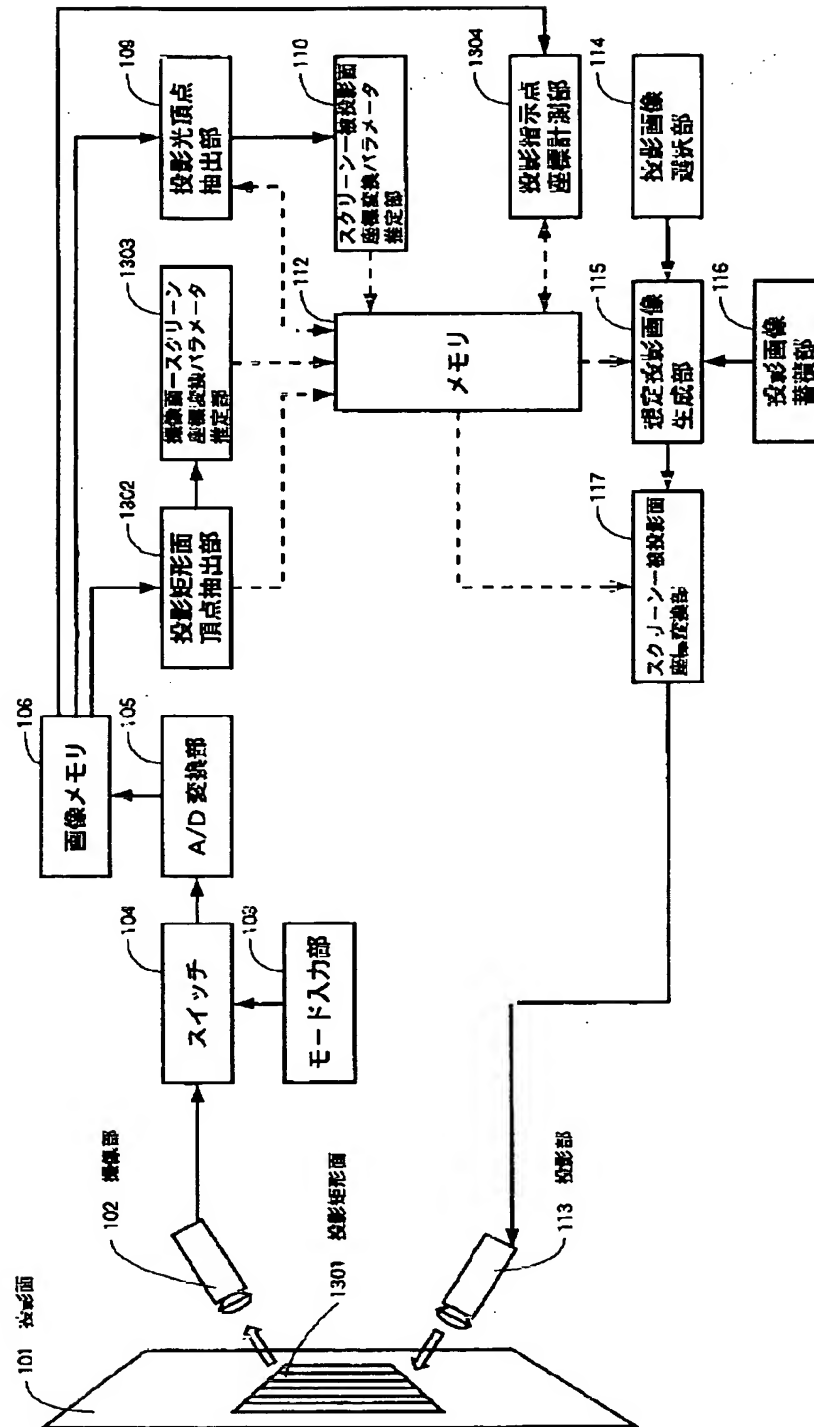
(b) 選択画像投影後

【図10】

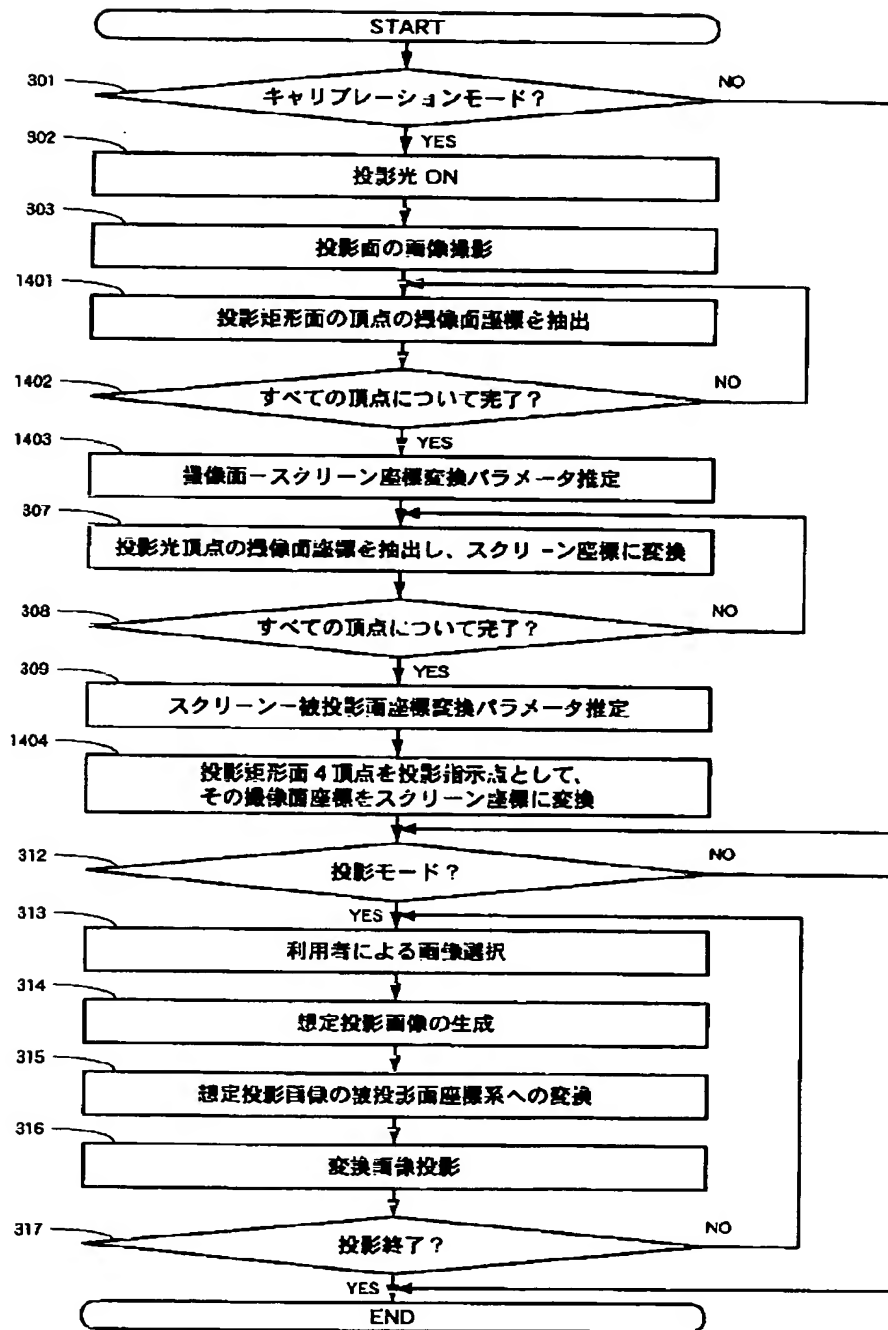




【図 13】

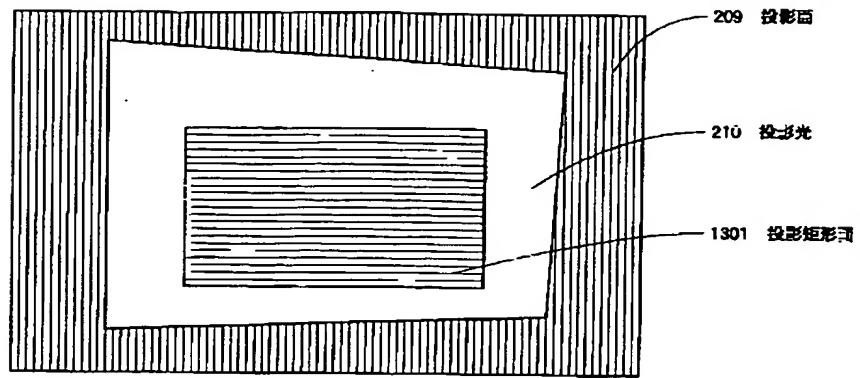


【図14】

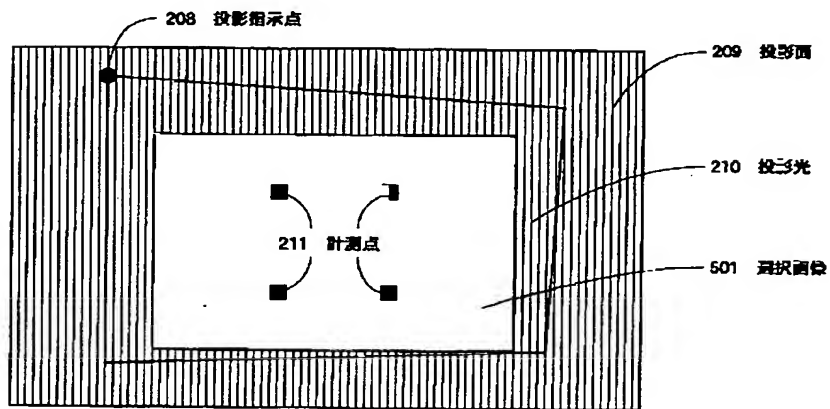




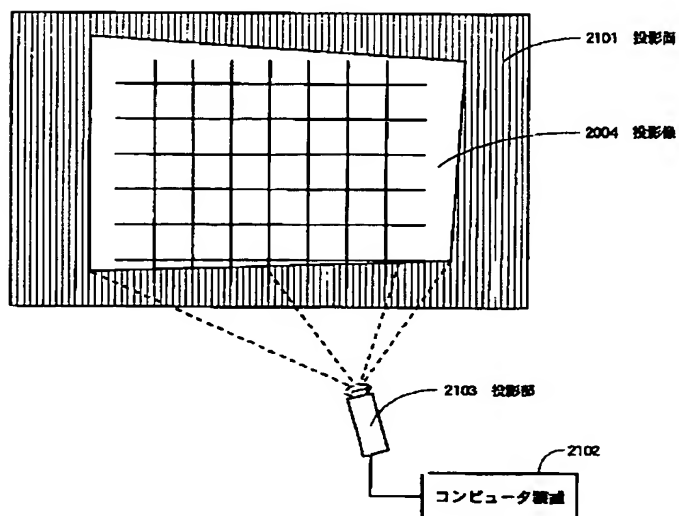
【図15】



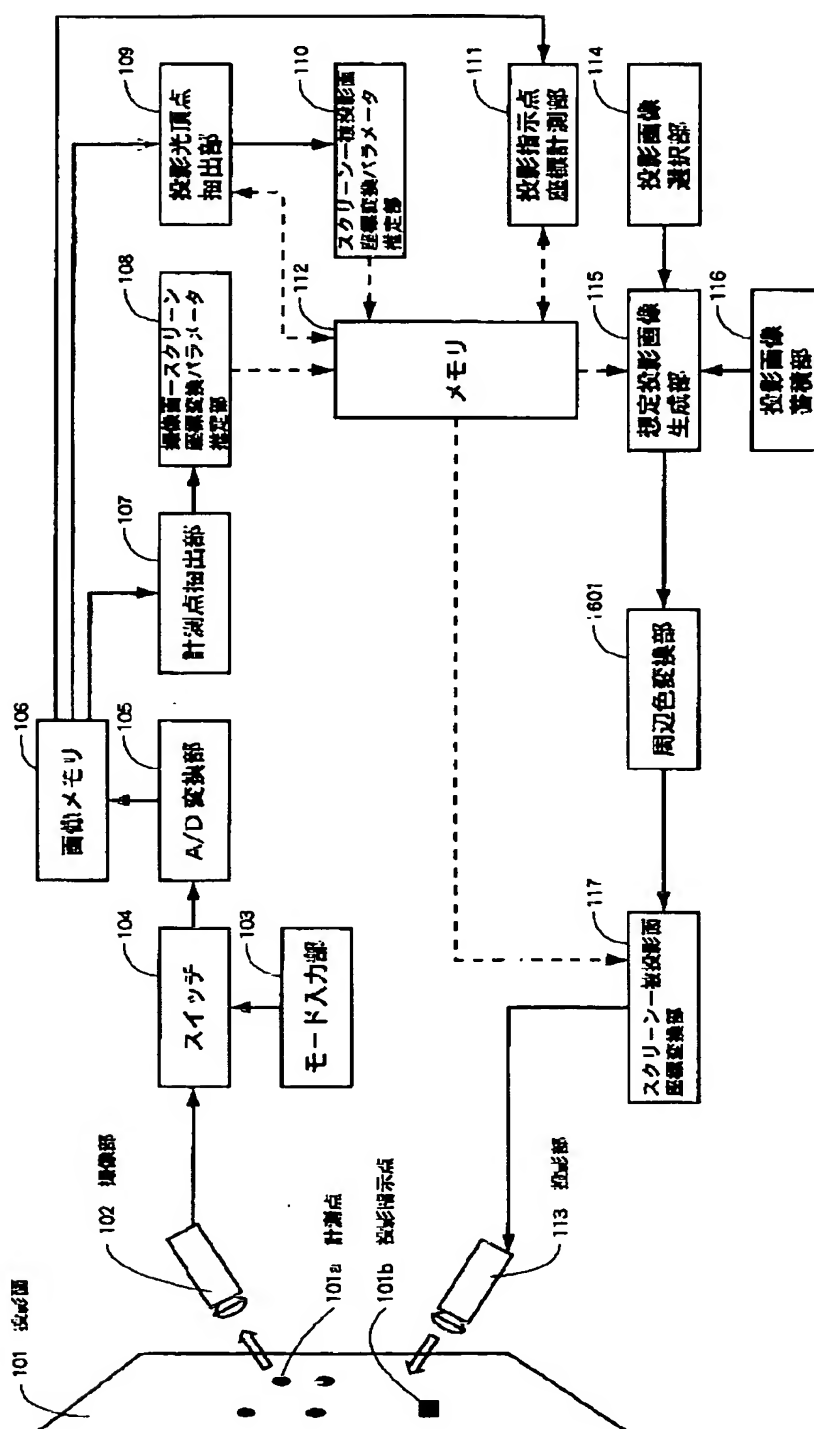
【図18】



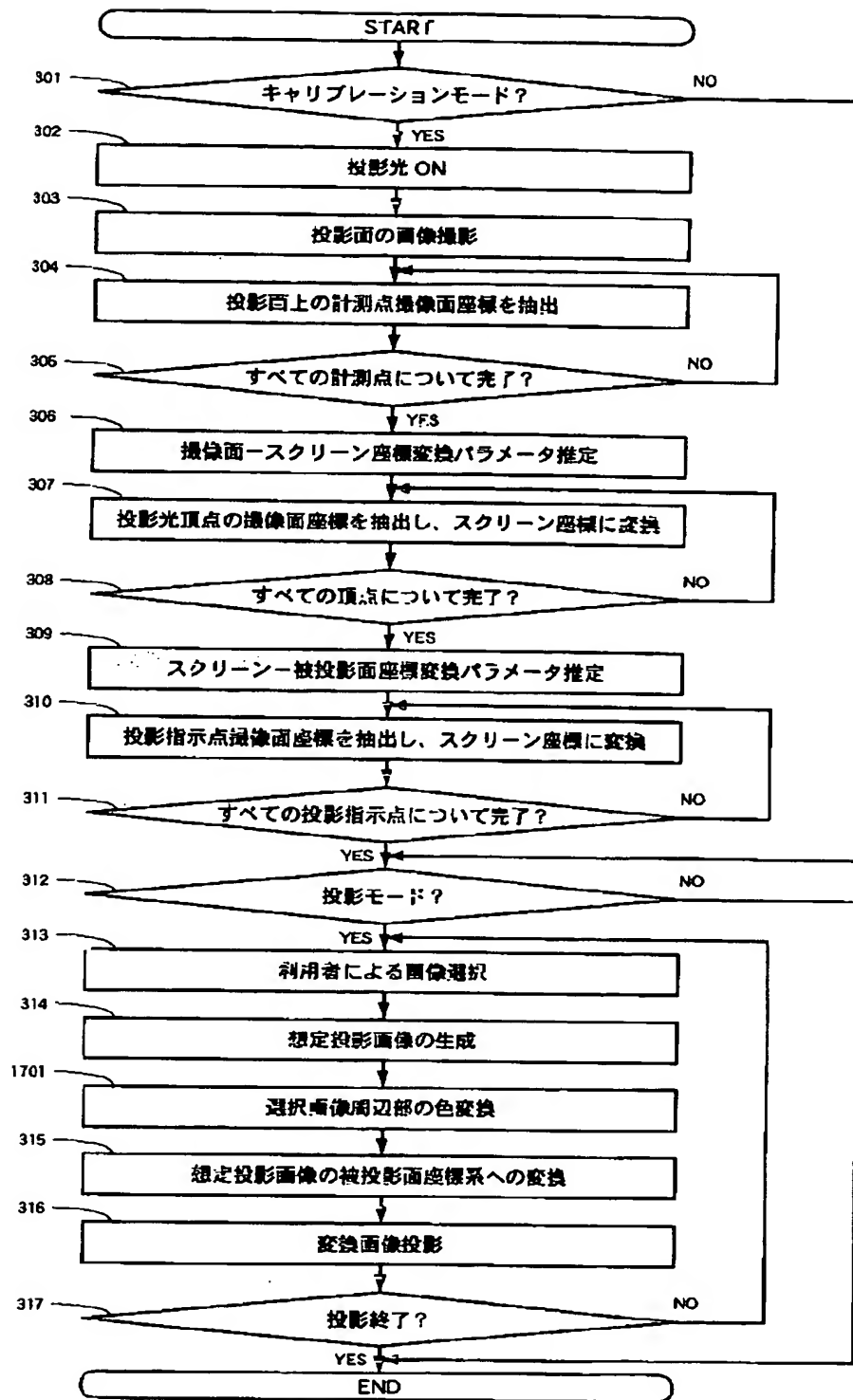
【図21】



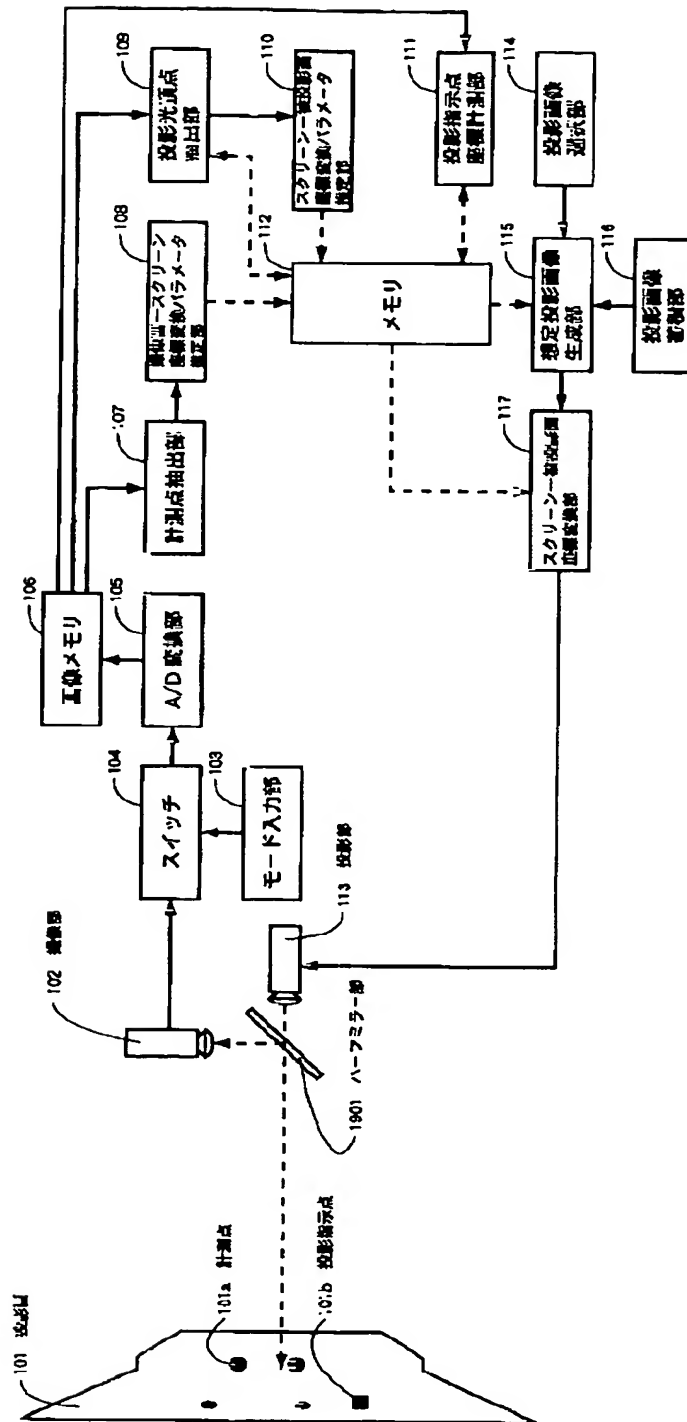
【図16】



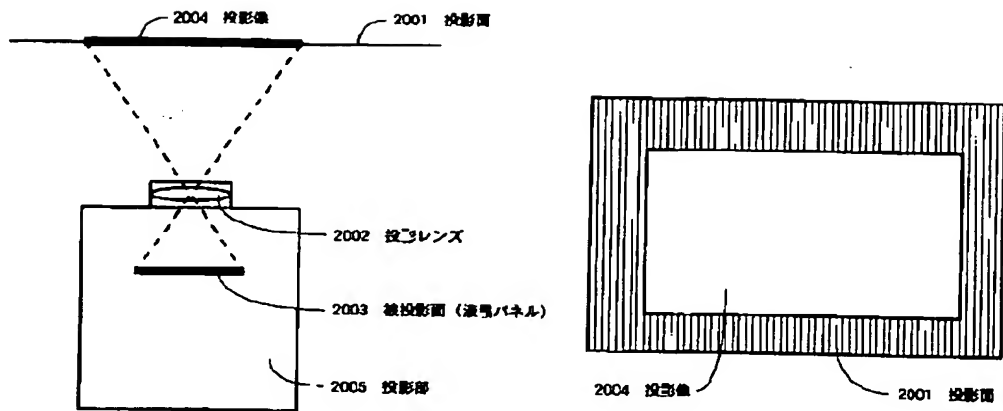
【図17】



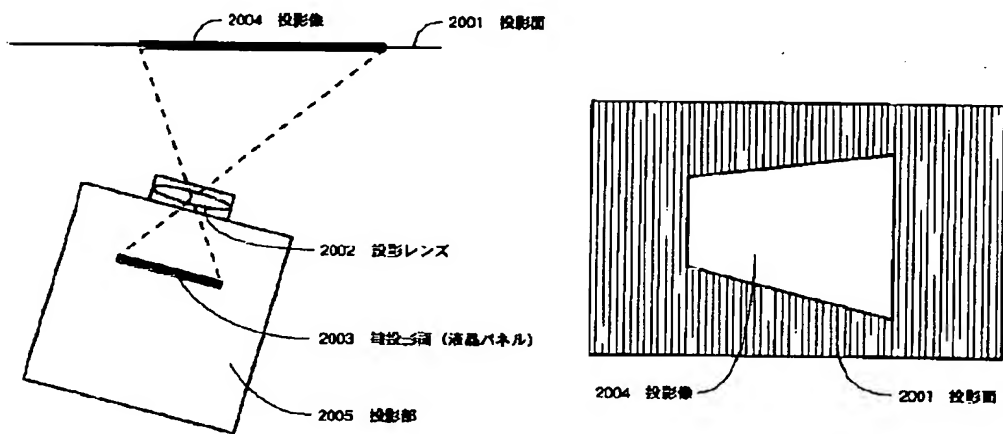
【図19】



【図20】

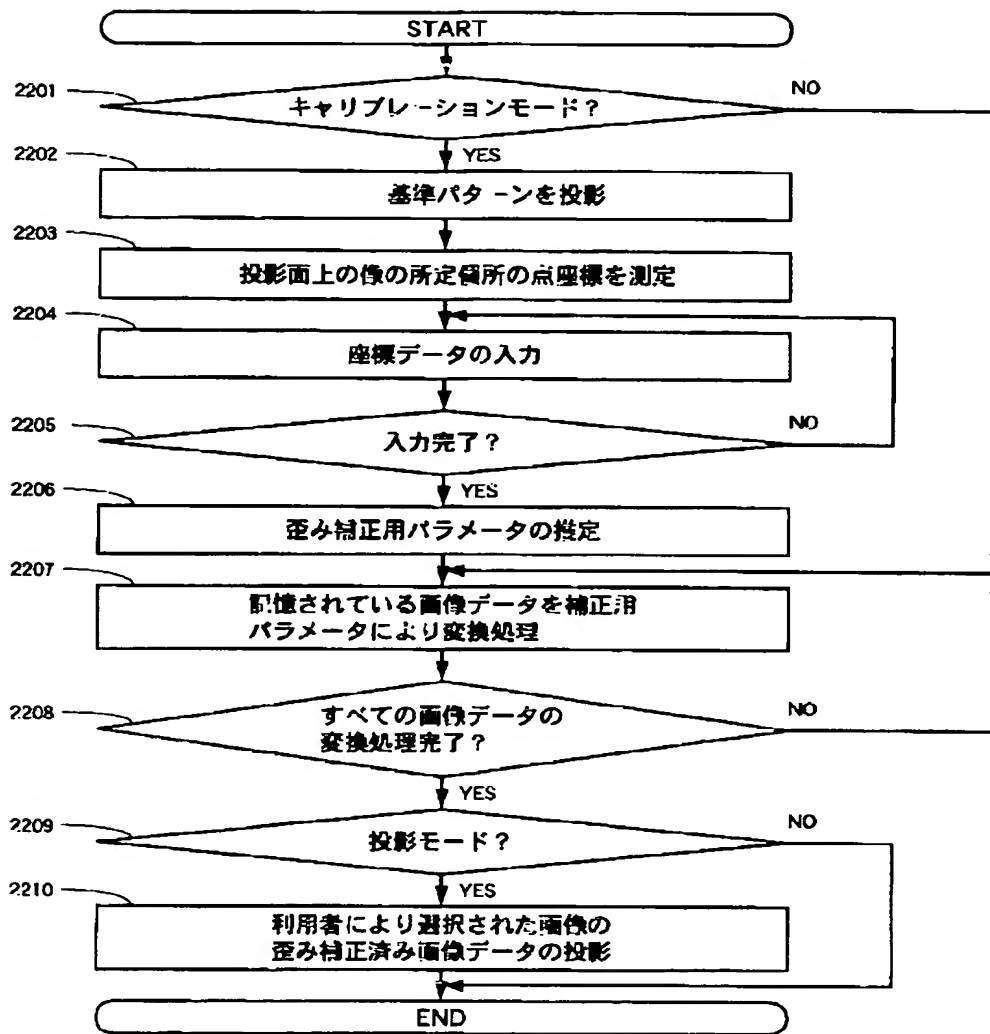


(a)



(b)

【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 竹内 俊一  
東京都新宿区西早稲田1丁目21番1号 通  
信・放送機構 早稲田リサーチセンター内

(72)発明者 富永 英義  
東京都新宿区大久保3丁目4番1号 早稲  
田大学内  
Fターム(参考) 5C058 AA06 AB03 BA23 BA27 BB11  
BB13 EA01 EA26 EA31

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**

**This Page Blank (uspto)**